ÜBER DIE

[S]ELBSTSTEUERUNG DES HERZENS.

EIN BEITRAG

ZUR MECHANIK DER AORTENKLAPPEN

VON

JOSEF HYRTL,

[DOCT]OR DER MEDICIN UND CHIRURGIE, PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER WIENER UNIVERSITÄT.

WIEN 1855.

WILHELM BRAUMÜLLER,

K. K. HOFBUCHHÄNDLER.



Vorwort.

Herr Professor Brücke hat auf meine Wiederlegung seiner Vorstellungen über den an den Ursprüngen der Kranzschlagadern des Herzens während der Systole der linken Kammer stattfindenden Klappenschluss, und dessen physiologischen Werth, eine Entgegnung veröffentlicht, in welcher er die Existenz dieses Verschlusses gegen die von mir aufgeführten Gründe zu behaupten suchte. Der Nutzeffect des Verschlusses beruhe in der Eliminirung eines unnützen Kraftverbrauches des Herzens, und wurde desshalb mit dem Namen „Selbststeuerung" bezeichnet.

Ich wollte auf diese Erwiederung nicht antworten, indem ich denken musste, dass es den Lesern derselben nicht entgehen wird, in welch eigenthümlichem Verhältniss imponirendes Selbstvertrauen zur Genauigkeit der Methode und zur Sachkenntniss stehen kann.

Der in einer auswärtigen Zeitung kurz nach dem Erscheinen jener Entgegnung gegen mich gerichtete Angriff, in welchem mir zur Last gelegt wurde, dass ich neuen Entdeckungen mit alten Citaten hindernd entgegengetreten sei, änderte meinen ersten Entschluss nicht, da ich hoffte, man würde einsehen, dass ich das mehr als hundertjährige Alter einer neuen Entdeckung, nur durch die Anführung

jener Autoren begründen konnte, welche sich an dem damaligen Streite betheiligten.

Ein zweiter Angriff in einem hiesigen politischen Journal, welcher mich förmlich aufforderte, meine Flagge vor dem siegreichen Gegner zu streichen, machte eben so wenig Eindruck auf mich, da ich weiss, wo die geheime Feder, die diese Bewegungen in Gang bringt, gedrückt wird.

Als aber ein vielgelesenes hiesiges medicinisches Journal eine anonyme Notiz brachte, welche es kategorisch aussprach, dass meine Ansichten, auf eben so klare als entschiedene Weise von Herrn Professor Brücke widerlegt worden seien, hielt ich es für eine Pflicht meiner Stellung, eine Angelegenheit der Wissenschaft nochmals vor das Forum der Oeffentlichkeit zu bringen, um eine Milderung, vielleicht auch eine Conversion meiner summarischen Verurtheilung zu ermöglichen.

Ob ich darauf zu hoffen habe, oder nicht, mögen jene Richter entscheiden, welche in die Natur des in dieser Abhandlung entwickelten Gegenstandes, die zu seinem Verstehen nöthige Einsicht besitzen.

Wien, 28. Mai, 1855.

Professor Hyrtl.

§. 1.

Stand der Frage.

Ich habe gegen die durch Prof. Brücke wieder aufgenommene, alte Ansicht, dass die Halbmondklappen der Aorta die Eingänge zu den Coronar-Arterien während der Systole der linken Kammer abschliessen, die bekannte und leicht zu wiederholende Beobachtung angeführt, dass am blossgelegten Thierherzen, welches bei künstlich unterhaltener Respiration, längerer Zeit fortpulsirt, der Puls der Coronar-Arterien mit der Systole der Kammern zusammenfällt*), und dass, wenn eine Coronar-Arterie angestochen wird, das Blut, in Stössen, welche genau der Kammersystole entsprechen, aus der Gefässwunde spritzt. Ein Verschluss dieser Eingänge durch angedrückte Klappen macht den systolischen Puls und das systolische Spritzen der Coronar-Arterien unmöglich.

Am Schlusse meiner Abhandlung wies ich darauf hin, dass, selbst wenn dieser Verschluss wirklich durch die vollkommen geöffneten Klappen stattfände, dennoch am Beginne der Systole, wo die Halbmondklappen noch am weitesten von der Aortenwand abstehen, die zwischen den Klappen und der Aortenwand befindliche Blutmenge, durch die Bewegung der ersteren gegen die letztere, in die Sinus Valsalvae, und somit in die noch unverschlossenen Mündungen der Coronar-Arterien hineingetrieben werden müsse**).

*) Beweis, dass die Ursprünge der Coronar-Arterien während der Kammersystole von den Semilunarklappen nicht verschlossen werden, etc. In den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kais. Akademie der Wissenschaften. Band XIV. Pag. 377

**) Pag. 384.

Herr Prof. Brücke gibt in seiner Entgegnung auf meinen Vortrag zu, dass am Anfange der Systole der Eintritt des Blutes in die Mündungen der Coronar-Arterien stattfinde *), indem er gleichfalls anführt: dass, während der Zeit, welche die Aortenklappen brauchen, um aus der diastolischen Stellung in die systolische überzugehen, das Blut noch in die Kranzschlagadern einfliessen kann. Der Beginn des systolischen Pulses der Coronar-Arterien hängt somit allerdings vom Beginne der Kammersystole ab. Allein die übrige Dauer des Pulses, von jenem Momente an, in welchem die Halbmondklappen nach Herrn Prof. Brücke's Meinung die Coronar-Ostien verschliessen, erklärt er durch die Worte: da das Herz sich noch immer weiter und weiter zusammenzieht, und seine Muskelsubstanz immer stärker auf die tiefen Aeste der Kranzarterien drückt, so muss dennoch, bei dem Widerstande, den das überdiess theilweise comprimirte Capillarsystem einem raschen Fortrücken des Blutes entgegensetzt, der Druck zunehmen, und der Strahl, in dem das angestochene Gefäss spritzt, wird sich somit während der ganzen Systole höher und höher heben, obwohl von der Aorta her kein Blut mehr zufliesst. — Dieses will also so viel sagen, dass die durch den Druck auf die tiefen Verzweigungen der Coronar-Arterien im Herzfleisch bewirkte Stauung des Blutes in den oberflächlichen, das Pulsiren der letzteren verursacht. Die Idee einer Stauung musste Herrn Prof. Brücke vorgeschwebt haben, indem er an demselben Orte sagt: dass die Rückwirkung des Druckes der tiefen Arterienverästlungen auf die hochliegenden, nur durch Klappen hätte verhindert werden können, welche aber in den Coronar-Arterien noch von keinem Anatomen gefunden wurden. — Ferner heisst es, durch den Verschluss der Coronar-Ostien wird am Herzen eine Kraftersparniss erzweckt; denn würden die Ostien offen stehen, so würde das in sie während der Systole einströmende Blut, durch den Druck, den es auf die Gefäss-

*) Der Verschluss der Kranzschlagadern durch die Aortenklappen. Wien, 1855, pag. 5.

wände ausübt, der Herzcontraction einen Widerstand entgegensetzen, der einen unnützen Kraftverbrauch bedingte. Der Verschluss der Kranzschlagadern ist eine einfache Selbststeuerung mittelst Klappenventilen, und diese Ventile sind die drei Valvulae semilunares der Aorta.

Herr Prof. Brücke ist von dem Stattfinden dieser Stauung, und von dem durch den Klappenschluss an den Coronar-Ostien bedingten Selbststeuerungs-Vermögen der Herzmaschine so fest überzeugt, dass er kurzweg erklärt: das von mir citirte Experiment beweise durchaus nichts. — Ich bitte nun den Leser mir in der Analyse jenes statuirten Vorgangs zu folgen.

Vorerst verdient gewürdigt zu werden, dass Herr Prof. Brücke in jenem Aufsatze*), dessen mündlicher Vortrag in der kaiserlichen Akademie meine erste Entgegnung zur Folge hatte, sagt: dass das Herzfleisch, indem es die tiefen Aeste der Kranzschlagadern sammt den Capillaren zusammendrückt, das Blut in der Richtung gegen die Venen hin fortschiebt. Fünf Monate später muss derselbe Druck das Blut in die hochliegenden Arterien stauen, und das systolische Spritzen derselben bedingen. Dieses ist ein Widerspruch, in welchen fest geformte Begriffe nicht gerathen. Solche Begriffe aber, verlange ich von Dem, der die meinen widerlegen zu müssen glaubt. — Der Widerspruch tritt uns selbst zum zweitenmale entgegen, indem es auf pag. 4 des unten citirten Separatabdruckes heisst, dass die Capillargefässe des Herzens durch die Contraction des Herzmuskels bis zum Verschwinden ihres Lumens zusammengedrückt werden, während in der späteren Entgegnung auf meine Widerlegung, nur von einem theilweise comprimirten Capillargefässsysteme **) gesprochen wird.

---

*) Physiologische Bemerkungen über die Arteriae coronariae cordis, in den akad. Sitzungsberichten, Nov. 1854. Pag. 3 des Separatabdruckes.

**) Die betreffenden Stellen beider Aufsätze zusammengehalten, geben den Beweis, das diese spätere theilweise Compression nicht etwa so gemeint war, dass nur ein Theil des Capillargefäss-Systems des fleischigen Herzens, aber dieser vollkommen comprimirt würde. Die Compression bis zum Verschwinden des Lumens ist im

Nach diesen Prämissen wird der Leser mit mir einer Meinung über den Grad von Klarheit sein, mit welcher Herr Professor Brücke sich der Wirkungen dieser Druckkraft bewusst ist. Sie wird einfach hingestellt, und ihr ein Effect zugeschrieben, wie man ihn eben braucht.

Ich will es nun statt Brücke übernehmen, zu untersuchen, ob der Druck, welchen das contrahirte Herzfleisch auf die tiefen Verästlungen der Coronar-Arterien ausübt, auf die hochliegenden Aeste dieser Arterien in der Art rückwirke, dass dadurch der systolische Puls und das systolische Spritzen der letzteren erzeugt werde.

§. 2.
Modification des ersten Versuches.

Es drängte sich zunächst der Gedanke auf, das von mir angeführte Experiment am lebenden Thiere dahin zu modificiren, dass der Stamm einer Coronar-Arterie nicht bloss angestochen, sondern vollkommen durchschnitten, und ein kurzes, Stück des Stammes ausgeschnitten wird. Man erhält dadurch zwei klaffende, von einander hinlänglich entfernte Gefässlumina, welche scharf beobachtet werden können. Spritzt das Lumen jenes Arterienstückes, welches noch mit der Aorta zusammenhängt, systolisch, so kann kein Verschluss des betreffenden Ostium durch die Halbmondklappe stattfinden. Spritzt das andere Lumen, so muss die durch die Zusammenziehung des Herzmuskels bedingte Rückstauung des Blutes in den Stamm der Coronaria, die Ursache des systolischen Pulses sein. Spritzen beide Lumina, so muss der Kranzschlagaderpuls durch den Herzpuls und zugleich durch Stauung bedungen sein.

Ich habe am Kaninchen, an der Katze, und am Hunde (bei letzteren nach vorläufiger Trennung der Medulla ob-

ersteren der beiden Aufsätze für die Wände und für das Septum beider Kammern klar und deutlich ausgesprochen. Die Vorkammern kommen bei den hier beleuchteten Processen nicht in Betrachtung.

ongata) experimentirt, und jedesmal auf das Bestimmteste gesehen und gezeigt, dass das obere Lumen, nicht das untere, systolisch spritzt, und somit ein Verschluss der Coronaria durch eine Aortenklappe nicht existiren kann.

Am Kaninchen eignet sich nur Ein Ast der linken Coronaria, welcher dem Conus arteriosus der rechten Kammer angehört, zur Beobachtung, da der Hauptstamm nicht oberflächlich, sondern etwas unter der obersten Muskelschichte, verlauft. An der Katze und am Hunde kann auch der Hauptstamm der linken Coronaria in der unteren Längenfurche zur Exstirpation eines 2 Linien langen Stückes benützt werden, da er von keiner Vene, deren Blutung störend werden könnte, begleitet wird. Wenn die Herzschläge seltener werden, ist das Phänomen am deutlichsten; besonders dann, wenn Coagula das Lumen zu schliessen beginnen, welche beim Wiederanfachen der Herzthätigkeit durch mechanische Reize, durch den mit gesteigerter Kraft vordringenden Strahl losgestossen werden. — Ich exstirpirte das kurze Arterienstück durch zwei scharfe Messerzüge. Der Gebrauch der Scheere, welche zugleich durch Quetschung wirkt, macht die Blutung vor der Zeit stille stehen.

Ich bedauere, dass, als Hering seine interessanten Beobachtungen über Herzschlag und Herzdruck an einem mit Ectopia cordis gebornen Kalbe anstellte *), die Selbststeuerung noch nicht erfunden war. Sie hätte damals schon ihre Widerlegung gefunden.

Kleefeld's Dissertation **), in welcher gleiche Erfolge am lebenden Herzen des Hundes angeführt werden, ist mir nur aus den physiologischen Jahresberichten bekannt.

Da nun aber das aus dem ersteren Lumen stattfindende Spritzen möglicherweise auch durch Stauung interpretirt werden könnte, indem man die Arteria coronaria nicht an ihrer Wurzel, sondern erst in der Längenfurche des Herzens durchschneiden kann, und sie auf dem Wege dahin schon

*) Versuche die Druckkraft des Herzens zu bestimmen, in Vierordt's Archiv für physiol. Heilkunde. Bd. IX. 1850. Pag. 13—22.

**) De arteriarum coronariarum cordis pulsu. Berol. 1849.

mehrere tiefgehende Aeste abgegeben hat, so muss, um dem Versuch seine volle Beweiskraft nicht zu schmälern, ein Herz gewählt werden, dessen einfache Coronaria, noch bevor sie an das muskulöse Herz gelangt, in einer hinlänglichen Strecke, während welcher sie keine tiefgehenden Aeste erzeugt, frei zugängig ist. Die vergleichende Anatomie kennt solche Verhältnisse nur in den teleostischen Fischen, wo ich sie schon vor langen Jahren bekannt gemacht habe.

Da ich durch Hrn. Prof. Brücke's Hinweisung auf „den sicherlich belehrenden Weg" der vergleichenden Anatomie, auf die Ergiebigkeit eines mir nicht unbekannten Gebietes aufmerksam gemacht wurde, so will ich es in dankender Anerkennung dieses Fingerzeiges versuchen, meine Beweismittel auf einer kurzen Excursion durch jenes weite Feld zu sammeln. Der Erfolg wird zeigen, dass mein Gegner einen Bundesgenossen gegen mich auf den Kampfplatz rief, dessen Ergebenheit zu prüfen, er unterliess. Unbekannte Kräfte herauf zu beschwören, hat zuweilen gefährlich geendet.

§. 3.

Einfache Arteria coronaria des Fischherzens.

Die einfache Arteria coronaria des Knochenfisch-Herzens entspringt aus der zweiten Kiemenvene der linken Seite. Sie bricht sich zwischen den unteren Kiemenbogenmuskeln Bahn zum Bulbus arteriosus, und theilt sich an diesem entweder in zwei, der oberen und unteren Fläche des Bulbus angehörende Zweige, oder bleibt einfach, und zieht geschlängelt, und leicht verschiebbar, zur muskulösen Kammer herab, wo ihre hochliegenden Verzweigungen nach allen Richtungen ausstrahlen. Sie pulsirt nicht, da sie jenseits des Kiemen-Capillarsystems ihre Entstehung nimmt, über welches hinaus der Herzpuls nicht wirkt. Das Blut strömt in ihr, ohne vom Herzpuls afficirt zu werden, wie

in dem gesammten übrigen Arteriensysteme der Fische, in gleichförmiger Bewegung.

Um von dieser Arterie eine richtige Vorstellung zu erhalten, will ich sie bei Einer Species der Gadoiden näher beschreiben.

Bei Lota vulgaris entspringt das arterielle Gefäss, welches die einfache Coronaria des Herzens erzeugt, aus der zweiten linken Kiemenvene, noch während des Verlaufes der letzteren am knöchernen Kiemenbogen. Das Gefäss legt sich an die untere Fläche des Truncus branchialis communis, und spaltet sich daselbst in zwei Zweige. Der linke schwächere umgreift den Truncus nach oben, gibt ihm feine Ernährungsästchen, und legt sich an die untere Schlundwand, welcher entlang er bis zum linken Schulterknochen zu verfolgen ist, in dessen Muskulatur er untergeht. Der rechte stärkere hält sich an die Furche zwischen Truncus branchialis communis und Retractor ossis hyoidei (Omohyoideus), und erzeugt daselbst die eigentliche Coronaria, welche alsbald in zwei Zweige getheilt über die untere Fläche des Bulbus cordis fortlauft. Der linke Zweig ramifizirt sich in der unteren Bulbuswand, passirt die Furche zwischen Bulbus und Herzfleisch, und verliert sich mit oberflächlich gelegenem, bis zur Herzspitze zu verfolgenden Geäste, in der unteren Wand des Ventrikels. Der rechte Zweig windet sich um den Bulbus herum zu dessen oberer Wand, durchsetzt die Furche zwischen Bulbus und Herz, und ramifizirt sich in der dorsalen Kammerwand, und in den Wänden der daselbst einmündenden dünnhäutigen Vorkammer.

Bei den Cyprinoiden (Aspius, Squalius, Abramis, Leuciscus), bei Salmo hucho, Lucioperca sandra, Silurus glanis, Aspro zingel, Labrax lupus, Zeus faber, und Xiphias gladius, fand ich die Coronar-Arterie einfach. Doppelt wird sie (jedoch die rechte bedeutend schwächer als die linke) bei Scomber und Pelamis. Doppelt, und auf beiden Seiten gleich stark, bei Acipenser, den Plagiostomen, und Chimaeren. Bei diesen erscheint die Coronaria jeder Seite als

Ast eines grossen Gefässes, welches die ventralen Verlängerungen sämmtlicher Kiemenvenen aufnimmt, und mit der Arteria subclavia unter dem Schultergürtel anastomosirt.

Die Venae coronariae, deren auch bei einfachen Coronar-Arterien immer zwei vorkommen, folgen weder dem Stamme noch den Aesten der Arterie. Sie verlaufen durchgehends entfernt von den Arterien. Ihre Stämmchen, welche selbst an kleinen Fischherzen deutlich zu sehen sind, umgreifen den rechten und linken Rand des dreikantigen Ventrikels, und entleeren sich separat in die Vorkammer. Die Linke ist constant grösser als die rechte.

§. 4.
Versuch am Fischherzen.

Zur Vornahme dieses Versuches eignet sich unter den oben angeführten Fischgattungen am besten unser Donauriese — der Wels. Die Grösse des Thieres und seines Herzens, — die leichte Zugänglichkeit des letzteren, indem der Schultergürtel, nicht wie bei anderen Siluroidengattungen durch Nath geschlossen wird, — die geringen Reactionen, welche auf das Blosslegen des Herzens und seines Bulbus folgen, sind, so wie die Stärke der an der unteren Bulbusfläche verlaufenden Arteria coronaria, Umstände, welche sich bei anderen, selbst eben so grossen Fischgattungen, nicht in so erwünschter Verbindung vorfinden.

Hat man das Herz eines lebenskräftigen Fisches dieser Art blossgelegt, so beachte man wohl die Energie der Herzbewegung. Das Herz der Fische überhaupt hat bei weitem mehr zu leisten, als das der übrigen Wirbelthiere. Es muss das Blut durch die Bahnen zweier Capillarsysteme treiben (der Kiemen und des übrigen Körpers), der Bulbus arteriosus absorbirt durch seine elastische Spannung einen grossen Theil seiner bewegenden Kraft, und zwei neu auftretende Pfortadersysteme (Nieren, Choroidealdrüse) steigern die Summe der Hindernisse, die das Herz zu über-

winden hat. Wenn eine Bewegungserscheinung an den Coronarien überhaupt von der Zusammenziehung des Herzfleisches abhängt, so muss sie im Fischherzen am auffallendsten hervortreten, und wenn der Puls der Coronarien eine solche Bewegungserscheinung ist, so muss er im Fischherzen an Evidenz gewinnen. Allein die Coronaria, die in so grosser Strecke vor meinen Augen liegt, behält während der Herzsystole und Diastole dieselbe Ruhe. Sie pulsirt nimmermehr. Man könnte vielleicht einwenden, dass die elastische Dehnung, welche die Coronaria, während sie über den Bulbus hinzieht, durch das Anschwellen des letzteren während der Systole der Kammer erleidet, ihrem Pulsiren entgegenwirkt. Diesen Einwurf entkräfte ich, indem ich in der Furche zwischen Bulbus und Kammer den noch ungetheilten Stamm der Coronaria mit der Sedillot'schen Klammer comprimire, und zugleich die an der Oberfläche der fleischigen Kammer verlaufenden arteriellen Gefässe unter der Präparirloupe beobachte. Die Klammer am Stamme der Coronaria wirkt auf dieselbe Weise, wie der vorausgesetzte Klappenschluss am Ursprungs-Ostium der Coronaria eines warmblütigen Thieres. Die oberflächlichen Verästlungen der Coronaria müssten nun wenigstens ein Paarmal pulsiren, wenn die Contraction des Herzfleisches eine solche Wirkung je erzielen könnte. Sie pulsiren aber selbst in jenem Momente nicht, in welchem die Klammer angelegt wird. Man sieht sie vielmehr allgemach abfallen, und auf einem Minimum von Füllung verharren. Dagegen zeigt sich an den Aesten und am Stamme der Vena coronaria, besonders der linken, welcher die linke Herzkante umkreist, ein sehr augenfälliges Schwellen und Strotzen während der Systole.

Wird die Klammer entfernt, und an der Stelle, wo sie wirkte, ein Stück der Coronar-Arterie ausgeschnitten, so blutet nur jenes Lumen, welches dem Kiemenende der Arterie angehört. Das andere Lumen, verliert keinen Tropfen. — Vorurtheilsfreie Zeugen haben von diesem Versuche Einsicht genommen, und ich will ihn Jedem wiederholen, der an diesen meinen Worten zweifelt.

§. 5.
Wiederholung des Versuches am Amphibien- und Säugerherzen.

Dieser Versueh am Fischherzen lässt sich am Amphibienherzen mit demselben Ergebniss wiederholen. Ieh empfehle zu seiner Vornahme das Chelonierherz, dessen einfaehe Coronaria dicht am Ursprunge eomprimirt werden kann, und dadureh in denselben Zustand versetzt wird, als wenn eine Halbmondklappe ihr Ostium verschlösse. Man erleiehtert sieh die Beobaehtung, wenn man das rechte Atrium, welehes dureh sein Strotzen die Ursprungsstelle der Coronaria deckt, vorher unterbindet und abträgt. —

Das Vogelherz eignet sich aus doppelten Gründen nicht zum Versueh, indem es erstens nach Eröffnung des Thorax augenblicklich stille steht, und eine künstliche Respiration, die es in Gang erhalten sollte, der eigenthümliehen Verhältnisse der Lungen wegen, nicht unterhalten werden kann. Zweitens aber, weil die Arteriae coronariae nicht wie bei allen übrigen Wirbelthieren hochliegend verlaufen, sondern sich gleich naeh ihrem Ursprunge tief in die Wände der Kammern einsenken, und unzugänglich werden.

Am Säugethierherzen, dessen Bewegung längere Zeit dureh die bekannten Mittel unterhalten werden kann, muss am unteren Aste der linken Coronaria die Compression mit der Klemme, oder die Ausschneidung eines Stückes vorgenommen werden. — Wenn ieh nun bewiesen habe, dass der Puls der Coronaria nicht von jenem Momente abhängt, von welchem ihn Brüeke ableitete, so kann er nur, da es kein drittes gibt, von der Kammersystole abhängen, wie der Puls aller übrigen Arterien. Die Ostien der Coronar-Arterien müssen während der Systole offen sein, und der Verschluss derselben dureh die Halbmondklappen ist und bleibt,

so wie die Selbststeuerung, eine jenseits der Grenze der Möglichkeit liegende Idee.

Hiemit wäre nun die Streitsache entschieden. — Es hat aber Hr. Prof. Brücke sich nicht damit begnügt, durch die Worte seiner Entgegnung: dass das von mir angeführte Experimentum crucis nichts beweise, mir den Gnadenstoss zu geben. Er hat noch eine Anzahl kleinerer Stiche hinzugefügt, die meinen Todeskampf recht schmerzhaft zu verlängern bestimmt waren. Ich kann desshalb mit der Sicherstellung der Beweiskraft meiner Versuche meine Vertheidigung nicht für geschlossen halten, und muss auch jene kleineren Stiche pariren, und im gerechten Drange der Nothwehr, einige derselben zurückgeben.

§. 6.

Ueber die schiefe Durchbohrung der Aortenwand durch die einfache Coronaria der Amphibien.

Ich habe in meiner ersten Entgegnung auf Prof. Brücke's mündlichen Vortrag mich darauf bezogen, dass bei den Amphibien die Coronar-Arterien so weit entfernt vom Bereich der Halbmondklappen entspringen, dass ihr Verschluss durch diese geradezu unmöglich wird. Prof. Brücke frägt, warum ich denn mit meiner Entgegnung solche Eile gehabt hätte (sie erfolgte 8 Tage nach seinem mündlichen Vortrage). Ich hätte mich gedulden sollen, bis der Vortrag im Drucke erschienen war. Ich hätte dann erfahren, dass auch bei den Amphibien eine Einrichtung vorhanden ist, welche während der Kammersystole das Einströmen des Blutes in die Kranzschlagadern hemmt. Diese Einrichtung besteht nach Brücke darin, dass bei der gemeinen Natter, der Aeskulapschlange, und der Flussschildkröte, die über den Sinus Valsalvae entspringende Arteria coronaria, die Aortenwand in so schiefer Richtung von oben nach unten durchbohrt, dass ihr Eingang ohne Zweifel durch den Beginn der Kammersystole ventilartig ver-

schlossen wird. Zu den angeführten Thieren kommen in der späteren Entgegnung pag. 9. noch der Wasserfrosch und Uromastix spinipes hinzu, bei welchen dieselbe schiefe Durchbohrung der Aorta durch die Coronaria stattfindet. An beiden Orten wird auch angeführt, dass Psammosaurus eine Coronaria besitze, welche nicht so hoch, sondern aus dem Sinus Valsalvae entspringt, und somit nach Brücke's Vorstellung durch die Halbmondklappe verschlossen wird. Diesem Verschlusse käme dann gewiss noch der Umstand zu Guten, dass von den beiden Aesten dieser Coronaria, der eine die Wurzel der grossen Gefässe nach vorn umkreist, während der andere sie nach hinten so eng umschliesst, „dass er fast in ihrer Wand zu verlaufen scheint." — Man kann es nicht verblümter ausdrücken, als durch dieses „scheint," und „fast scheint," dass jener Ast doch eigentlich ausser der Wand der grossen Gefässe verlauft. Ich halte es ferner für die Genauigkeit der von Herrn Prof. Brücke gemachten Untersuchungen sehr bezeichnend, dass er nur von Einer Coronaria*) spricht. Alle Schlangen (also auch Col. natrix und Col. Aesculapii), so wie mehrere Sauriergattungen besitzen zwei gleichstarke Kranz-Arterien. Nur die Schildkröten haben durchwegs eine einzige. Da Prof. Brücke's Entgegnung der Vorwurf der Eile nicht trifft, indem sie 5 Monate nach meinem mündlichen Vortrage erschien, so hätte diese Zeit auch dazu benützt werden können, die anatomischen Verhältnisse, welche als Gründe gegen mich geltend gemacht werden sollten, früher jener genauen Würdigung zu unterziehen, welche mit Vortheil der Ausarbeitung einer Streitschrift vorangeht. — Ueberlassen wir es also Hrn. Prof. Brücke, die Ursprungsweise der zweiten Coronaria bei Schlangen und Eidechsen nachträglich zu studiren, und wenden wir uns der Analyse jenes ventilartigen Verschlossenwerdens der als einfach angenommenen Coronaria zu.

Auch hier begegnen wir zuerst einem Widerspruche,

---

*) Physiol. Bemerkungen über die Arteriae coronariae, pag. 9.

der auf einer unklaren Vorstellung von der Art dieses Verschlusses zu beruhen scheint.

Es heisst a. o. O. „dass der Eingang zu der Coronaria durch den Beginn der Systole ventilartig verschlossen wird, so dass das erste weniger sauerstoffreiche Blut an ihr vorübergleitet, und sie mit dem sauerstoffreicheren gespeist wird, welches die Kammer erst gegen das Ende der Systole austreibt."

Dieses setzt doch, wie mir scheint voraus, dass das Ostium der Coronaria gegen Ende der Systole offen ist. War aber das Ostium „am Beginn der Systole" verschlossen, so muss es am Ende der Systole noch fester verschlossen sein, indem der Druck des Aortenblutes auf das „Ventil" des Coronar-Ostium am Ende der Systole bedeutender als am Anfange ist, und Herr Prof. Brücke keines Vorganges erwähnt, durch welchen das angedrückte Ventil, während der zunehmenden Steigerung des systolischen Blutdruckes in der Aorta, seine Wirkung auf das Anfangsstück der Coronaria einstellen müsste. Vielleicht hatte aber, um Alles richtig und genau abzuwägen, Herr Prof. Brücke gedacht, dass das am Ende der Systole ausgetriebene arterielle Blut, erst während der Diastole in die dann offenen Kranzarterien eindringt. Dann hätte es ihm obgelegen, die Sache richtiger auszudrücken, um möglichen Missverständnissen vorzubauen. Diesen Gedanken konnte er aber nicht haben, da ihm gewiss bekannt war, dass das Ventil, welches die Systole auf die Kranzschlagader aufdrückt, sich nicht gleich am Beginn der Diastole erheben kann, indem während der Diastole der Druck im Aortenrohr nicht augenblicklich auf 0 sinkt, sondern von seiner grössten Höhe, die er am Ende der Systole hatte, nur allmälig abnimmt. Das Blut könnte unter solchen Umständen nur am Ende der Diastole in die Coronaria einströmen, was wieder eine Annahme ist, durch welche dem Herzen weniger Blut zugeführt würde, als es „bei der vielen Arbeit, welche es leistet, und wegen des damit verbundenen raschen Stoffwechsels" recht eigentlich und dringend bedarf.

Ich musste es unter so bewandten Umständen gleichfalls wieder auf mich nehmen, von einem Vorgange, welchen Prof. Brücke statuirt, nachzuweisen, ob er denn auch existirt.

§. 7.

Versuche über die Nichtexistenz eines ventilartigen Verschlusses am Ostium coronarium des Amphibienherzens.

Die Resultate der anzuführenden Versuche vereinigen sich darin, dass dieser Verschluss der hoch entspringenden Coronariae des Amphibienherzens während der Kammersystole eben so wenig statt hat, als ein Klappenschluss bei tief entspringenden.

Die Versuche wurden am todten und lebenden Amphibienherzen in folgender Weise gemacht.

Es wurden die Herzen der in §. 8 angeführten Chelonier, bei welchen die schiefe Durchbohrung der Aortenwand stattfindet, von der Vorkammer aus mit Quecksilber gefüllt, nachdem das aus der Kammer hervortretende arterielle Gefässbündel möglichst weit vom Herzen entfernt unterbunden wurde. Das Quecksilber wurde durch einen Glastubus von 4 Zoll Länge in die Kammer einströmen gemacht, und füllte ohne Nachhilfe eines äusseren Druckes von der Kammer aus die grossen Arterienstämme. Der Druck, welchen es auf die Wand der rechten Aorta ausübt, müsste den ventilartigen Verschluss der in der Aortenwand schief nach rückwärts verlaufenden Coronaria ebenso erzeugen, als der durch die Herzsystole gesteigerte Blutdruck in der Aorta des lebenden Thieres. Man sieht aber, während das Anschwellen der Aorta noch im Zunehmen begriffen ist, das Quecksilber in die Coronaria einströmen, und sich in den Verzweigungen derselben am Herzfleisch verbreiten. Unterbindet man nun nach Entfernung des Glastubus die Vorkammer am Ostium venosum des Ventrikels, so kann mittelst Fingerdruck auf den Ventrikel, der Druck

im Aortensysteme beliebig gesteigert werden, und man bemerkt übereinstimmend mit diesem Drucke das Quecksilber in den Ramificationen der Coronaria vorrücken, nicht stille stehen, wie es beim Stattfinden eines Verschliessens des Ursprungs - Ostiums geschehen müsste.

Jede gefärbte Flüssigkeit kann statt des Quecksilbers angewendet werden, und dringt wie dieses, in die Coronargefässe ein. — Am Schlangenherzen, (Python, Crotalus, Aspis, Hydrus) derselbe Erfolg. Ein glücklicher Zufall brachte mich an demselben Tage, an welchem ich die Schlangenherzen revidirte, in den Besitz einer eben in Kreuzberg's Menagerie gestorbenen Boa constrictor, deren grosses frisches Herz, sich bei der Füllung genau so, wie die Weingeistherzen verhielt.

Das gleiche Resultat am lebenden Emysherzen entkräftet den Einwurf einer möglicherweise am todten Herzen „durch Muskelstarre“ bedingten Aenderung der anatomischen Verhältnisse. Ich habe schon vor längerer Zeit nachgewiesen, dass man die Füllung des arteriellen Gefässsystems durch gefärbte Masse, an lebenden Thieren (Batrachier) der Herzthätigkeit überlassen kann, wenn man in eine der grossen Venen eine Glasröhre einbindet, die mit dem gewählten Injektionsstoff gefüllt ist. Nimmt man nun das blossgelegte Herz einer Emys vor, welches so lange fortpulsirt, als man nur immer zu einer überzeugenden Dauer des Versuches wünschen kann, so kann man in seine Blutbahn ein Fluidum bringen, welches sich während des Durchganges durch die Cavernen der Kammer mit dem Blute nicht gleichförmig mischt, sondern in feine Tröpfchen zertheilt (z. B. Olivenöl mit weissem Pigmentzusatz, um den Unterschied von der Blutfarbe besser hervortreten zu machen). Man kann mit Musse zusehen, wie die ersten Oelkügelchen bei der Systole der Kammer in die Coronararterie treten, sich in die Länge ziehen, bei jedem Herzstoss vorrücken, nachfolgenden Platz machen, und so in der Coronar-Arterie eine Reihe von abwechselnden rothen und weissen Säulchen entsteht, deren mit der Systole synchronisches Vor-

wärtsgehen leichter zu beobachten ist, als jenes der Blutsäule, und den überzeugendsten Beweis liefert, dass ein Abschliessen des Coronar-Ostium während der Systole nicht möglich ist.

Gegen solche Thatsachen lässt sich mit einer mathematischen Formel nicht ankämpfen, selbst wenn sie die Form hat:

$$W = h + F\ (v\ ;\ \cos.\ \varphi),$$

mit welcher sie im dritten Bande der akademischen Denkschriften den vergleichenden Anatomen imponirte, und in umständlicher Auseinandersetzung pag. 10 der mehrfach erwähnten Entgegnung einnimmt. Wozu dieser Prunk mit Funktionen variabler Grössen? wenn er nicht Eindruck zu machen hat auf Jene, welche bewundern, was sie nicht verstehen.

Das systolische Vorrücken der aus rothen und weissen Segmenten bestehenden Flüssigkeitssäule in den oberflächlichen Gefässästen der Kammer, liefert zugleich einen ferneren Beleg, dass der Puls der Coronaria nicht durch jene Rückwirkung der contrahirten Kammerwände entsteht, von welcher ihn Brücke abhängig dachte.

Bei der hohen Achtung, welche Prof. Brücke vor vergleichend-anatomischen Studien hegt oder ausspricht, hätte er das Batrachierherz nicht übergehen sollen. Er versichert zwar, das Herz des gemeinen Frosches untersucht und dieselbe schiefe Durchbohrung „der Aortenwand" durch die Coronaria gefunden zu haben. Was soll das heissen? Konnte Prof. Brücke eine Coronaria vor sich gehabt haben, wenn er die Aortenwand von ihr durchbohrt werden lässt? Die vergleichende Anatomie hätte ihn belehrt, dass die Coronaria des Batrachierherzens aus der rechten Carotis entspringt. So sehe ich es bei allen untersuchten Arten der Coecilien, Perennibranchiaten, Salamandrinen, Kröten und Frösche, und die Injektionsversuche an todten und lebenden Herzen dieser Thiere stimmen mit jenen, welche ich eben von Cheloniern und Ophidiern anführte, auf das Vollkommenste überein.

Was die Saurier und Crocodile anbelangt, so ist für jene, welche eine einfache, aus dem Sinus Valsalvae entspringende Coronaria besitzen, deren Verschluss durch eine Halbmondklappe von Brücke behauptet wird, alles dasjenige anwendbar, was später über das warmblütige Herz angeführt werden soll. Wo eine zweite Coronaria, über dem Sinus Valsalvae vorkommt (vielleicht auch eine „Anomalie“), unterliegt der Fall derselben Beurtheilung, zu welcher die eben mitgetheilten Versuche den Schlüssel bieten.

Wird aber dem Gesagten zufolge die Ursprungsmündung einer über den Sinus Valsalvae, aus einer Aorta, oder aus der Carotis entspringenden Coronaria, während der Systole des Herzens nicht ventilartig geschlossen, so muss sie wohl offen stehen, und ihr Puls von demselben Momente, welches für alle übrigen Arterien gilt, abhängig sein.

§. 8.

Anatomische Details über die Kranzarterien der Amphibien.

1. Batrachier. Die vergleichende Uebersicht der Herzen der grössten Batrachier, die sich glücklicherweise in meinem Besitze befinden, gibt das Resultat, dass die Arteria coronaria nicht aus der Aorta, sondern aus der rechten Carotis entspringt. Bei Coecilia albiventris Daudin, von 4 Schuh Länge, ist die Entfernung des Ursprungs der Coronaria vom Aortenbulbus am grössten, vermindert sich bei Menobranchus lateralis nur unbedeutend, und steigert sich wieder bei Amphiuma. Bei den Kröten, von welchen ich die Colosse: Bufo mexicanus, Bufo palmarum, Bufo japonicus, Pipa tedo und dorsigera untersuchte, sehe ich das Ursprungslumen der Coronaria eine Linie von der Wurzel der Carotis entfernt. Bei Ceratophrys dorsata, Otilophus und Megalophrys, rückt es noch tiefer herab. Bei Dactylethra capensis, Cystignathus pachypus, und dem Ochsenfrosch (R. mugiens), so wie bei den grossen brasilischen und neuholländischen Hylae, beträgt seine Distanz vom Aortenende

fast drei Linien, und selbst bei dem von Prof. Brücke untersuchten gemeinen Frosch (so wie bei den von mir soeben injizirten Arten: Rana alpina und Rana temporaria) misst sie nahe 2 Linien. Ihr Stamm krümmt sich gegen den rechten Rand der Aorta herab, und theilt sich an der oberen Grenze des muskulösen Bulbus in zwei Zweige, deren schwächerer an der unteren Fläche des Bulbus sich verästelt, und wie die injizirten Präparate nachweisen, sich auf das eigentliche Herzfleisch nicht fortsetzt; während der stärkere auf der Dorsalfläche des Bulbus bis zu dessen unteren Rand oberflächlich hinzicht, dem Atrium einen Zweig zusendet, und dann das Herzfleisch betritt, ohne oberflächlich zu verlaufen. Bei Bufo mexicanus, japonicus und palmarum sehe ich überdiess, dass das Lumen der Coronaria in der Carotis grösser ist, als die Dicke der Carotiswand, und der senkrechte Durchschnitt der Gefässwand an dieser Stelle lässt keine schiefe, sondern eine quere Abgangsrichtung der Coronaria erkennen.

2. Ophidier. Es wurden die Herzen der Riesenschlangen zuerst vorgenommen. Bei Thieren von solchen Dimensionen sind Beobachtungsfehler nicht leicht möglich.

Python tigris, P. Schneideri, und P. reticularis zeigen folgende Verhältnisse der Coronar-Arterien. Es findet sich eine Coronaria dextra und sinistra. Beide entspringen über den Sinus Valsalvae der rechten Aorta. Die rechte geht schief nach rückwärts zum rechten Herzrand, und verästelt sich vorzugsweise auf der dorsalen Herzseite. Die linke beginnt am linken Ende einer sehr deutlich ausgeprägten Rinne, welche in horizontaler Richtung in der inneren Oberfläche der unteren Aortenwand eingegraben erscheint. Sie tritt gleichfalls schief, aber nicht nach rückwärts, sondern nach auswärts durch die Aortenwand hindurch, und krümmt sich zwischen linker Vorkammer und Aorta zur untern Herzfläche, wo sie sich ramifizirt.

Höchst bezeichnend für den Werth der schiefen Durchbohrung bezüglich der angenommenen Verschliessung er-

scheint der Umstand, dass an Python tigris der sogenannte ventilartige Vorsprung der Aortenwand an der Abgangsstelle der linken Coronaria ein Loch besass, und die Arterie dadurch zwei gleichgrosse Eingänge hatte.

Boa constrictor, Aspis Haje, Hydrophis chloris, Lachesis rhombeata, Crotalus horridus und durissus, Bothrops Jararacca, Coluber Merremii und Aesculapii, Tropidonotus natrix, Zacholus austriacus, Driophis prasina, Bungarus fasciatus, besitzen doppelte Arteriae coronariae von gleicher Stärke.

3. Chelonier. Bei Chelydra serpentina entspringt die einfache Arteria coronaria fast drei Linien über den Halbmondklappen der rechten Aorta. Sie durchbohrt die Aortenwand nicht in schiefer, sondern in querer Richtung. Ja ihr Anfangsstück hat sogar eine nach aufwärts gehende Richtung, und biegt sich dann erst nach rückwärts um. Drei Linien von der Abgangsstelle aus der Aortenwand entfernt, zerfällt ihr Stamm in zwei gleich starke Zweige. Der untere umgreift die Wurzel des aus dem Herzventrikel hervortretenden Gefässbündels, schickt einen Ramus nutriens zu seinen Wandungen, verästelt sich an der rechten Hälfte der unteren Herzwand, und greift mit seinen Zweigen um den rechten Herzrand auf die dorsale Herzfläche über. Der obere, viel stärkere, zerfällt noch an der Aussenseite der Aorta in zwei Aeste. Der eine krümmt sich im Bogen an der Aortenwand nach aufwärts, um mit seinem absteigenden Stücke in der Furche zwischen linker Vorkammer (welcher er Zweige zuschickt) und Kammer, an die linke Hälfte der unteren Herzfläche zu treten, wo er in der Länge eines halben Zolles in gewundener Richtung fortläuft, um dann erst in seine Endzweige zu zerfallen, welche sich in das Herzfleisch eintauchen. Der andere Ast versorgt die rechte Vorkammer, und betritt die obere Fläche der Kammer, wo er bis zur Spitze hin eine oberflächliche Lage behauptet.

An zwei faustgrossen Herzen von Chelonia Mydas entsprang die einfache Coronaria einen halben Zoll über den

Halbmondklappen. Ihr Ursprungs-Lumen an der Innenfläche der Aorta bildete einen anderhalb Linien langen, queren Schlitz, dessen Ränder auch bei der grössten queren Spannung der Aortenwand nicht in Berührung kamen, und unter gleichzeitiger Anwendung eines longitudinalen Zuges nicht auf die Kreisform, sondern nur auf jene eines Ovals gebracht werden konnten. Die schiefe Durchbohrung der Aortenwand durch die Coronaria ist eclatant. Die Verästlung in Vorkammer und Kammer, von Chelydra nicht wesentlich verschieden.

Bei Clemmys serrata Wagl. findet sich gleichfalls die schiefe Durchbohrung der Aortenwand durch die Arteria coronaria, aber in minderem Grade.

Bei Chelonoidis Boici ist die schiefe Durchbohrung der Aortenwand durch die hoch entspringende Coronaria gut zu sehen. Ihr Ursprungslumen ein scharf geschnittener Kreis. Ihre Ramification ohne erhebliche Abweichung.

Bei Chelonia viridis entspringt die Coronaria so hoch, dass an dem vor mir liegenden Weingeistexemplare, dessen grosse Gefässstämme einen Zoll über dem Ostium arteriosum abgeschnitten sind, die Ursprungsstelle der Coronar-Arterie nicht mehr vorhanden ist.

Dagegen ist an dem Herzen einer riesigen Geochelone tabulata der Ursprung der Arteria coronaria so beschaffen, dass, obwohl eine schiefe Durchbohrung der Aortenwand in sehr geringem Grade statt findet, dennoch der erste Ast der Coronaria (welchen ich bei Chelydra als den oberen bezeichnete), so nahe am inneren Ursprungslumen des Hauptstammes abgeht, dass von der Aorta aus, in die Höhle dieses Astes hineingesehen werden kann, indem die „ventilartig" das nächst folgende Verlaufsstück der Coronaria in der Aortenwand deckende Scheidewand, die Abgangsstelle des ersten Kranzschlagaderastes nicht deckt. Dieser ist aber (wie bei Chelydra) doppelt so stark als die Fortsetzung der Coronaria, versorgt die dorsale Fläche des Herzens, und einen grossen Theil der ventralen, und muss somit,

wenn die Theorie des ventilartigen Verschlusses wirklich Geltung hätte, diesem Verschlusse nicht unterliegen.

Bei Staurotypus, Chelys, Trionyx, Pyxidemys, und Cinosternon, ist die schiefe Durchbohrung, obwohl vorhanden, von der rechtwinkeligen nicht viel abweichend; bei Thalassochelys Couana dagegen entschieden rechtwinkelig.

4. Saurier. Bei den Crocodilen und Sauriern fehlt die schiefe Durchbohrung der Aorta durch die Coronaria, indem letztere viel näher am Ostium arteriosum der Kammer, und zwar am oberen Contour des rechten Sinus Valsalvae entspringt. Die Gattungen dieser Ordnung bieten desshalb für die hier zu pflegende Untersuchung kein Interesse dar. Bemerkenswerth ist es jedoch, dass der erste Ast, welchen die einfache Coronaria abgibt, sich als eine zweite (linke) Arteria coronaria isoliren kann, welche dann neben und über der rechten an einer Stelle entspringt, die nicht mehr dem genau markirten Sinus Valsalvae angehört, und auf welche die bezügliche Halbmondklappe nicht hinaufgezerrt werden kann. So sehe ich es an einem Herzen unter dreien von Psammosaurus griseus, von Lophura amboinensis, und von Crocodilus biporcatus, während bei Alligator sclerops und Champsa lucius eine einfache Coronaria existirt. Diese einfache Coronaria zerfällt beim Tequixin in drei Zweige (bei Varanus niloticus in zwei). Der erste zieht in der Furche zwischen linken Atrium und Kammer zur linken Hälfte der untern Herzfläche. Der zweite umfasst das Bündel der grossen Gefässe dicht am Herzfleisch von rechts nach links, versorgt die rechte Hälfte der untern Herzseite, und anastomosirt mit dem ersten Zweige bogenförmig. Der dritte Zweig gehört der oberen Fläche des Herzens und der rechten Vorkammer an.

Eine einfache Coronaria fand ich bei Hypsilophus tuberculatus, Grammatophora barbata, Rhaeodracon fimbriatus, Ctenonotus Cuvieri, Crocodilurus amazonicus, Chamaeleopsis Hernandesii, und Basiliscus mitratus. Doppelt sehe ich sie bei Cyclodus scincoides, Trachysaurus rugosus

(wo die zweite über dem Sinus Valsalvae entspringt), Chamaesaura anguinea, Pygopus lepidopus (wo sie aus dem zweiten Sinus Valsalvae, dicht an seinem oberen Rande kommt). Wahrscheinlich ist sie auch bei den übrigen, den Ophidiern sich nähernden Eidechsengattungen, doppelt.

§. 9.

Ueber den Mechanismus der Aortenklappen der Vögel.

Prof. Brücke sagt: dass bei der Gans, dem Huhne, und dem Bussard, die Kürze der die Coronar-Ostien nicht erreichenden Klappen, nur eine scheinbare ist, indem die Klappen noch einen zweiten, am Herzfleisch befestigten Theil besitzen, welcher ohne dieses nicht bewegt werden kann. Er unterscheidet sofort einen freien, und einen am Herzfleisch befestigten Theil der Klappen. Er sieht dieses am Besten, wenn er ein frisches Herz in siedendes Wasser wirft, oder der Einwirkung von Chloroformdämpfen aussetzt. Das Herzfleisch bildet sodann am Ostium arteriosum der Kammer einen aus drei ungleich grossen Kreisausschnitten zusammengesetzten Boden, welcher mit dem angewachsenen Theile der drei Halbmondklappen überkleidet ist. Der freie Theil der Klappen ist nach oben gewendet, und die einander zugekehrten Flächen derselben stehen in Berührung. Diese Klappenstellung entspricht dem letzten Momente der Systole.

Ich erlaube mir die Frage, ob bei dieser Stellung der Klappen, die Coronar-Ostien verschlossen sein können. Prof. Brücke, und Jeder, der eine Vorstellung von diesem letzten Act der Systole hat, wird mit Nein antworten, indem der freie Theil der drei Klappen mit dem flachen Boden des von der Aorta aus geschenen Ostium arteriosum rechte Winkel beschreibt, und die zusammenschliessenden freien Klappentheile ein im hohen Relief ausgeprägtes Y bilden. Am Ende der Systole schliessen somit die Halbmondklappen die Coronar-Ostien nicht zu. Am Anfange

— dieses hat Prof. Brücke schon früher zugegeben, — thun sie es ebenfalls nicht. Es bliebe somit nur ein Theil der ganzen Dauer der Systole über, wo dieser Verschluss möglich wäre.

Da man in die Aortenwurzel nicht hineinsehen kann, um diesen Vorgang zu belauschen, so nimmt Prof. Brücke zu folgender Gedankenreihe seine Zuflucht. Der angewachsene fleischige Theil der Klappen kann während der Dauer der Systole entweder nach unten (in die Kammer), nach oben (in die Aortenwurzel), oder nach innen (gegen die Axe des Ostium arteriosum) gerichtet sein. Letzteres sei nicht möglich, da eine solche Richtung, wie das gesottene Herz zeigte, nur am Ende der Systole statt hat. Ob nun das erste oder das zweite Platz greife, muss aus dem Verlaufe der Muskelfasern erschlossen werden.

Dieser ist von der Art, dass die geradlinig an der Innenfläche der Kammer zum Ostium arteriosum heraufsteigenden Muskelfasern, sich nur scheinbar an der Klappe selbst befestigen, vielmehr aber sich unter ihr kreuzen, und zu dem oberen Theile der Zwischenräume zwischen je zwei Klappen hinziehen. Jede Klappe kommt dadurch auf ein Muskelkissen zu liegen, welches die Klappe nur heben und nach aufwärts drängen, nicht aber nach abwärts ziehen kann.

Die Klappe wird also, wenn ich recht verstanden habe, während der Dauer der Systole gehoben, — ihr fleischiger Theil wird zur Verlängerung des häutigen verwendet, und letzterer dadurch in den Stand gesetzt, das Ostium der Coronaria zu verschliessen. Hiebei musste sich Prof. Brücke, obwohl seine Worte anders lauten, gedacht haben, dass das, was am Ende der Systole den flachen Boden des Aortenrohres bildet, während der Systole an die Aortenwand angedrückt ist. Denn bildet es mit ihr, wie er sagt, „bloss einen spitzigen Winkel“, so bliebe ein Raum zwischen Aorta und fleischigen Theil der Klappe, und die in diesem Falle vom fleischigen Theile der Klappe unter einem stumpfen Winkel abgehende häutige Klappe könnte nur mit ihrem äussersten Rande das Coronar-Ostium erreichen, ohne es zu schliessen.

Sie könnte sich nicht mit ihrer ganzen Fläche an die Aortenwand anlegen, indem ihre Richtung zu dieser eine schiefe ist. Sie müsste am Ende der Systole sogar eine Knickung erleiden, um wenigstens mit einem Theile ihrer Fläche die Aortenwand zu erreichen.

Um diesen Vorgang noch anschaulicher zu machen, wird hinzugefügt, dass nach den von W. Weber beobachteten Erscheinungen am contrahirten Muskel, die äusseren Muskellager des Herzens, auf die inneren, als auf eine weiche bewegliche Masse wirken, sie gegen das Ostium arteriosum hindrängen, und somit der Kranzschlagader-Verschluss „aus unbestreitbaren anatomischen Thatsachen" hervorgehe.

Wer solche Vorgänge für möglich hält, wird in der Physiologie wenig Zweifel ungelöst zurücklassen.

Durchblicken wir nochmals die Reihe der von Prof. Brücke berührten Vorgänge, so treffen wir zuerst auf eine Behauptung (pag. 11 der Entgegnung), welche lautet: „Durch die Muskelthätigkeit des Ventrikels selbst werden die Halbmondklappen von der Aortenwand entfernt," und auf der folgenden Seite „sieht man leicht ein, dass alle diese Muskeln die Klappen nicht nach abwärts ziehen, sondern nur nach aufwärts heben und drängen." Die Klappe stünde also während der Dauer einer Systole unter dem Einflusse zweier bewegender Kräfte, die von einem und demselben Muskelapparate, nämlich vom angewachsenen Theile der Klappe, ausgehen. Das Heben der Klappe könnte nun allerdings von den unter der Klappeninsertion wegziehenden gekreuzten Muskelfasern abhängen, und die Entfernung der Klappen von der Aortenwand durch das Dickerwerden des ganzen Muskelpolsters bedungen sein. Da aber diese beiden Bewegungen gleichzeitig erfolgen müssen, so ist einleuchtend, dass die Entfernung der Klappe von der Aortenwand das wieder aufhebt, was durch die Hebung der Klappe für den Verschluss des Coronar-Ostium gewonnen wurde.

Herrn Prof. Brücke mochte die Schwierigkeit vorgeschwebt sein, diese Vorgänge mit den Klappen allein von

Muskelaction abzuleiten, und es wurde deshalb auch ein anderes Moment, nämlich das passive Hinaufgedrängtwerden des fleischigen (in steter zunehmender Contraction begriffenen) Klappentheils, zu Hülfe gerufen.

Dass das Herz einen Theil seines eigenen Fleisches zugleich mit dem Blute auszutreiben strebt, und wirklich austreibt, ist eine so neue und zugleich so kühne Idee, dass ich am besten zu thun glaube, wenn ich mir erlaube, sie mit Stillschweigen zu übergehen.

Diejenigen unter meinen geehrten Lesern, welche mit scheelen Augen diesen Zeilen folgten, werden sagen, was wir bis jetzt über die Mechanik der Semilunarklappen gelesen haben, ist nur Combination, und in dem Calcul einer Erfahrungswissenschaft zählen nur die Thatsachen, nicht die Gedanken. Prof. Brücke hat nicht bloss Gedanken vorgebracht, sondern eine Thatsache — den Verlauf der Muskelfasern im Vogelherz — als Basis seines Ideenganges hingestellt.

Was mir über dieses schwierige Thema zu sagen obliegt, enthält der folgende Paragraph.

§. 10.

Anatomisches über Aortenklappen und Coronar-Ostien der Vögel.

Bekanntlich ist die Untersuchung des Faserverlaufes im Herzfleisch eines der verwickeltsten Probleme der Anatomie, und man ist mit seiner Lösung noch lange nicht fertig. Prof. Brücke sieht an frischen, in starken Weingeist einige Wochen lang aufbewahrten Vogelherzen, sehr einfache Verhältnisse. Diese Herzen gehören doch gewiss den Eingangs angeführten Gänsen, Hühnern oder Falken an, — es wird nicht gesagt, welchen. Prüfen wir die Herzen der Strausse, Casuare, des Apteryx, des Condors, des Geierkönigs und Steinadlers, des Marabou und Auerhahns, der Pelekane, Schwäne und Trappen, und wir werden Verhältnisse kennen lernen, deren grossartiger Massstab für die Frage der Stel-

lung des angewachsenen Klappentheiles während der Systole, und des möglichen oder unmöglichen Verschlusses der Coronar-Ostien, von grösserem Belange ist, als Prof. Brücke bei den Hausvögeln beobachtete.

Es ist nicht meine Aufgabe eine Anatomie des Muskelfaserverlaufes im Vogelherzen zu schreiben, sondern nur jene Faserstränge näher ins Auge zu fassen, welche mit den Halbmondklappen in nähere Beziehung treten.

Bei Struthio camelus, und Rhea americana bemerkt man, nach vorsichtiger Entfernung des Endocardiums, in der Nähe des Ostii arteriosi der linken Kammer, dass die in der unteren Hälfte der Kammerwände stark vorspringenden und netzartig gekreuzten Trabeculae carneae, in der oberen Hälfte der Kammerwände sich verflachen, und mit einander so verschmelzen, dass dieser Bezirk der Kammerwand nicht mehr trabeculös, sondern eben erscheint. Zunächst unter dem Endocardium liegt daselbst ein dünnes Stratum von Längenfasern, dessen Elemente grösstentheils an den Befestigungsrand der Halbmondklappen treten, und auf die klarste Weise, ohne ihre Richtung zu ändern, in den häutigen freien Theil der Klappen eingehen, in demselben eine kurze Strecke weit durch Präparation darstellbar sind, und in dem fibrösen Grundgewebe der Klappe verschwinden. Diese Fasern gelangen nicht zu den Klappenwinkeln. Sie sind in der Mitte der Klappenbreite (diese beträgt beim zweizehigen Strauss über einen Zoll) am kräftigsten, und nehmen gegen die Hörner der Halbmondklappen an Stärke zusehends ab. Ihre Ansicht wird Jedem die Ueberzeugung verschaffen, dass sie die Klappen nicht heben können, sondern herabziehen. Ein kleiner Theil dieser Längsfasern schiebt sich in die einspringenden Winkel zwischen je zwei Klappen hinein, wird daselbst fibrös, und befestigt sich an knorpelharten senkrechten Leisten, welche die Grenzmarken je zweier Sinus Valsalvae bilden. Ihre Menge ist zur Menge derer, welche an die Klappen treten, sehr gering.

Der unterste Theil dieser knorpelharten Leisten ist auch der Ausgangspunkt eines eigenen Systems von zarten Muskelbündeln, welche den Befestigungsrand des freien Theiles der Klappen wie Guirlanden umgreifen, den früher erwähnten Zug von Längenfasern daselbst durchkreuzen, und, weil sie von den unteren Enden jener Knorpelleisten ausgehen, durchaus in horizontaler Ebene verlaufen, also die Klappe wieder nicht heben, sondern nur ihrer stärkeren Ausbuchtung während der Diastole entgegenwirken können.

Die auf die Längenschicht folgende schief gekreuzte Muskelschicht bedingt die Dicke der Herzwand unter dem Ostium arteriosum. Sie hört an diesem Ostium mit einem plötzlichen Absatz auf. Die Fleischwand des Herzens bildet einen gegen die Aortenwand schräg abgesetzten Staffel, welcher von dem oberen Blatte der an seinem Rande aufsitzenden Valvula semilunaris so lose bekleidet wird, dass dieser Ueberzug leicht abzustreifen ist. Der schief nach aussen und oben abgesetzte Staffel des Herzfleisches bildet den Grund der Tasche, deren innere Wand die Halbmondklappe, deren äussere Wand der Sinus Valsalvae der Aorta ist. Nirgends sieht man von diesem Absatz Muskelfasern „zum obersten Theile der Winkel hinlaufen.“ Alle endigen sich an der unteren Grenze der drei Sinus Valsalvae. Schneidet man alle Semilunarklappen aus, so sieht man den ringförmigen Muskelwulst, der eine ebene Fläche der Aorta zukehrt, ohne Zipfe in die Intervalvularwinkel hinaufzusenden. Der Staffel oder Wulst kann desshalb nie gehoben werden. Er kann nur durch sein Anschwellen während der Systole sich verdicken, sich gegen die Axe des Ostii arteriosi vordrängen, dadurch die Klappe, welche er trägt, von der Aorta entfernen, und somit bewirken, dass dem Einströmen des Blutes in die Coronar-Ostien keine Wand vorgeschoben werde.

Das linke Coronar-Ostium steht beim Strauss so hoch, dass es selbst beim Fehlen dieser Vorrichtung den Klappenschluss nicht zu befürchten hätte. Das rechte geniesst, seiner tieferen Stellung wegen, diesen Vortheil zunächst. —

Bei dem neuholländischen Dromaius genau derselbe Sachverhalt, mit etwas höherer Stellung des rechten Coronar-Ostium.

Bei Apteryx australis zeigen sich die beiden Coronar-Ostien als lange, über den Valsalvischen Buchten angebrachte Querschlitze.

Nicht minder belehrend sind die Herzen der Adler und Geier. Bei Aquila fulva finde ich in der Substanz jeder Halbmondklappe einen dreischenkeligen, faserknorpeligen Kern, von der Gestalt eines umgekehrten T. Er vertritt den fehlenden Nodulus Arantii. Die bei den Straussen erwähnte Längenfaserschicht der Kammerwand setzt sich auch hier auf die evidenteste Weise in die Klappen fort, um am Querschenkel dieses T zu endigen. Das Ostium der rechten Coronaria steht selbst an der ungespannten Aorta so hoch, dass die Halbmondklappe fast das doppelte ihrer Höhe gewinnen müsste, um jenes zu erreichen. Das Ostium der linken ist tiefer gelagert, aber dennoch ausser dem Bereiche des Klappenrandes. —

Bei Sarcorhamphus Papa stehen beide Coronar-Ostien dicht über den freien Klappenrändern. In den Halbmondklappen findet sich eine Vorrichtung, welche den schlagendsten Beweis liefert, dass die Muskelthätigkeit des Herzens nimmermehr eine Hebung dieser Klappen bezwecken kann. Jede Klappe schliesst nämlich in der Mitte ihres häutigen Theiles einen dicken fleischigen Lappen ein, der wie ein niedriger Musculus papillaris aussieht. Er entsteht dadurch, dass die in die häutige Klappe eindringenden Muskelfasern obiger Längenschicht, sich auf einen cylindrischen Körper auszusammendrängen, welcher, ohne den sehr schwach ausgeprägten Nodulus Arantii zu erreichen, mit abgerundeter Kuppe endigt. Soll dieser isolirte muskulöse Körper durch seine Verkürzung, die in der Richtung nach abwärts erfolgt (wie bei den Papillarmuskeln), die Klappe heben? —

Gypaëtos barbatus und Cathartes gryphus liefern, bei dem hohen Ursprunge ihrer Coronariae, bei der Mächtigkeit des an die Halbmondklappen tretenden Stratums von Längen-

fasern, ersterer noch durch die eclatante Verbindung dieser Fasern mit dem dreischenkeligen Klappenkern, ein beachtenswerthes Gegengewicht der von Hrn. Prof. Brücke am Herzen des Mäusefalken wahrgenommenen Vorkommnisse.

Bei Pelecanus onocrotalus, und bei Cygnus olor, suchte ich gleichfalls vergebens nach jenen schief gekreuzten Muskelbündeln, welche, unter den häutigen Klappen weg, zu dem obersten Theile der Intervalvular - Winkel gelangen sollen. Dagegen ist der Uebertritt der Längenfaserschicht in die Halbmondklappen gut zu sehen. Die mittleren unter jenen Fasern, welche zu einer Klappe ziehen, verbinden sich auf die deutlichste Weise mit einem schmalen, langen, keulenförmigen Nodulus Arantii, welcher an der unteren Klappenfläche angebracht ist, und über eine Linie vom freien Klappenrande absteht. Beide Coronar-Ostien können von den gerade gestreckten Klappenrändern nicht erreicht werden, indem jede Klappe mit ihren beiden Nachbarn eine kurze Strecke weit verwachsen ist, so dass der höchste Stand ihres freien Randes unter jene Linie fallen muss, welche durch die obersten Punkte der Intervalvular-Winkel gezogen wird. Die Ebene jener Fleischwand, welche am Ende der Systole den flachen Boden des Aortenrohres bildet, ist nach innen abschüssig geneigt.

Alle diese Verhältnisse treten beim Schwan noch schärfer hervor, und werden mit abnehmender Körpergrösse der Thiere (bei Anas clangula, Anas querquedula) minder anschaulich. Bei Plectropterus gambensis ist die Verbindung der mittleren Klappenfasern mit dem langgestreckten Nodulus Arantii besonders in die Augen fallend. Bei den Tauchern (Mergus serrator) und Möven (Larus marinus Linn.) finde ich es ebenso.

Bei den eigentlichen Grallae, von welchen ich das Herz des Marabou und der Ibis religiosa kenne, steht das Ostium der rechten Coronaria tiefer, als ich es bei anderen Familien je beobachtete. Nichts destoweniger kann es von der Klappe nicht verlegt werden, da, wie ich oben bei Pelecanus erwähnte, Verwachsung der äussersten Klappen-

hörner mit den nachbarlichen vorkommt. Das linke Coronar-Ostium steht höher. Der fleischige Boden der Klappentaschen ist so stark nach innen und unten geneigt, dass beim Zusammenlegen des aufgeschnittenen Aorten-Ostiums eine hohle, dreiflächige, mit der Spitze nach unten gerichtete Pyramide entsteht. — Bei allen diesen Vögeln, bei den weiter unten folgenden Tetraonen, und ebenso bei Otis tarda, ist die schiefe Fläche des fleischigen Bodens der Klappentaschen, eigentlich die obere oder Basalfläche eines pyramidalen Muskelstranges, deren drei an der inneren Kammerfläche in senkrechter Richtung aufsteigen, und welche während der Kammersystole so zusammenschliessen, dass an jedem Querschnitt der Kammer die Y Figur kennbar ausgeprägt erscheint.

Unter den hühnerartigen Vögeln, von welchen ich Gallophasis nycthemerus, Pavo cristatus, Penelope Pipile, und Opistocomus cristatus vor mir habe, sehe ich keine bemerkenswerthen Abweichungen von dem bisher mitgetheilten Sachverhalt. Bei allen vermisse ich muskulöse Elemente in den oberen Partien der Intervalvular-Winkel. Trägt man die Klappen ab, so sieht man die schiefen Ebenen am Grunde der Klappentaschen, und ihren Zusammentritt zu einem nach unten zugespitzten hohlen Trichter.

Bei den Tetraonen (Tetrao urogallus und Tetrao tetrix), deren injizirte Herzen vorliegen, finde ich folgende Verlaufsweise der Coronar-Arterien. Sie entspringen über den geradelinig gedachten Klappenrändern. Die rechte (besser untere) zerfällt allsogleich in zwei Zweige. Der s c h w ä c h e r e umkreist das Herz zwischen rechter Vorkammer und Kammer. Der s t ä r k e r e, welcher bei den Säugethieren in der unteren Längenfurche des Herzens gefunden wird, bleibt hier von der Oberfläche des Herzens fern, und senkt sich in das dicke Septum ventriculorum ein, in welchem er bis zur Herzspitze herab zu verfolgen ist. Die linke (obere) Coronaria theilt sich ebenfalls, nachdem sie einen Ast zum Atrium sinistrum gesendet, in zwei Zweige, deren schwächerer die Furche zwischen linker Kammer und Vorkammer

verfolgt, während der stärkere sich in das Septum der Kammern einsenkt. —

Bei Phasianus gallus, bei Anas anser, bei Corvus frugilegus und Columba domestica, bei Vanellus, Turdus, und Carduelis, deren Aorten ich am frisch getödteten Thiere injizirte, dasselbe Verschwinden der Coronariae aus der Längenfurche. Da auch an den uninjizirten Herzen der früher erwähnten Gattungen die Längenfurche keine Kranzschlagaderäste enthält, so dürfte das beim Auerhahn und Birkhuhn, so wie bei den Hausvögeln beobachtete Verhalten wohl eine allgemeine Regel für die Classe der Vögel sein.

Bei Tetrao tetrix finde ich übrigens eine dritte Coronar-Arterie aus dem hinteren, oberen Segment der Aortenwurzel hervorgehen, und bei der Taube sehe ich ausser dieser dritten, noch eine vierte, welche über dem rechten unteren Sinus Valsalvae entsteht, und den Conus arteriosus der rechten Kammer versorgt.

§. 11.

Ueber Halbmondklappen und Coronar-Ostien bei Säugethieren.

1. Walle. Bei den Delphinen gehen die halbmondförmigen Klappen vom Herzfleisch aus. Letzteres bildet somit, wie bei den Vögeln, einen Theil der Wand der Sinus Valsalvae. Ich finde es so bei Phocaena communis (3 Exemplare) Delphinapterus leucas, und, obwohl nicht ganz deutlich, bei einem Embryo von Balaenoptera rostrata. Jener Theil des Herzfleisches, welcher sich über die Anheftungslinie der Klappe bis zur eigentlichen Aortenwurzel noch hinauserstreckt, war an dem einen Delphinherzen in einer Ebene gelegen, welche die Verlängerung der inneren Kammerfläche bildete. An einem zweiten, welches ich während meines Aufenthaltes in Triest aus dem eben geschossenen Thieren herausnahm, und in 35° Grad Alkohol legte, und dessen Kammerwände dadurch in einen Zustand versetzt

wurden, welcher der Form nach jenem der beendeten Systole gleich kam, waren jene Muskelfelder über den 3 Klappen, oder die angewachsenen Theile der Klappen (Brücke) so weit erhaben, dass sie einen hohlen dreikantigen Trichter bildeten, dessen nach innen und unten geneigte Wände die mit ihnen verwachsenen Klappen so tief herabzogen, dass die freien Klappenränder, die gegen die untere Spitze jenes Trichters hin die bekannte Y Figur bilden, von den entlegenen Coronar-Ostien über einen halben Zoll abstanden. Ich führe dieses an, weil es zur richtigen Beurtheilung eines ähnlichen anatomischen Vorkommens im Vogelherzen*) von Belang ist. — An dem grossen Delphinherzen (angeblich von Delphinus Orca) fand ich keine Verbindung der Klappen mit dem Herzfleisch. Dagegen waren die tiefsten Stellen der Sinus Valsalvae durch faltenartige Scheidewände, welche die äussere Wand des Sinus mit der gegenüberstehenden Klappe verbanden, in kleinere Buchten abgetheilt. Die Falten enthielten starke elastische Bänder, welche für das Ueberführen der Klappen aus der diastolischen in die systolische Stellung wirksam sein müssen. — Das linke Ostium coronarium hatte eine so hohe Stellung, dass der forcirte Klappenrand 2 Linien von ihm entfernt blieb. Auch das rechte Ostium coronarium lag über der oberen Contour des mässig ausgesackten Sinus. — Der hintere Sinus Valsalvae grösser, als die beiden anderen, und nach oben verflacht. An einem ausgezeichnet grossen Herzen von Delphinus tursio stehen beide Ostia coronaria über den Sinus Valsalvae, und gänzlich ausser dem Bereiche der Klappen. An dem Wallfischembryo (von 1½ Schuh Länge) erscheinen die Sinus Valsalvae schon tief gehöhlt, mit scharf gezogenem oberen Rand, dicht unter welchem die einander so nahe gerückten Coronarmündungen stehen, dass sie gänzlich den Insertionswinkeln ihrer Klappen angehören. Jede Klappe besitzt ein höchst entwickeltes zungenförmiges Anhängsel als Nodulus Arantii, und

---

*) §. 9, und 10.

somit einen aus zwei Bogensegmenten zusammengesetzten freien Rand.

2. Palmipeden. Besonders lehrreich für die Entscheidung der schwebenden Frage ist das Wallrossherz.

Bei Trichecus rosmarus misst die Chorda des Bogens der riesigen Halbmondklappen 1½ Zoll. Die freien Ränder der drei Klappen sind durchlöchert. An der hinteren Klappe findet sich nahe am linken Insertionspuncte des Klappenrandes eine 3 Linien lange Spaltöffnung. An der vorderen rechten Klappe (deren freier Rand in einem Niveau mit dem Ostium der rechten Kranzarterie steht, und durch Zug über dasselbe hingelegt werden kann, sind beide Endpuncte des freien Randes, und seine dem Ostium der Kranzarterie entsprechende Mitte, durch Spaltöffnungen aufgeschlitzt, von welchen die mittlere die Länge von 4 Linien erreicht, und umsomehr klafft, je mehr die Klappe über das Ostium der Kranzarterie hinüber gezogen wird. Die vordere linke Klappe ist wieder nur an ihren Insertionspuncten gefenstert. Die Mitte ihres freien Randes ist undurchbrochen. Sie entspricht aber nicht dem Ostium der linken Kranzarterie, welches so stark nach rechts abweicht, dass die Spalte am rechten Insertionsrande der Klappe diesem Ostium gegenübersteht, welches überdiess, bei einem Durchmesser von sechsthalb Linien, den freien Klappenrand, selbst bei der gewaltsamsten Spannung desselben, mit mehr als der Hälfte seines Umfanges überragt. Verbindungen der Klappen mit dem Herzfleische kommen nicht vor. Die Ostien der Kranzarterien sind weite Trichter, (wie auch später bei den Feris erwähnt wird). Einen halben Zoll vom Ursprung entfernt, zeigt der Querschnitt der rechten Coronaria 2 Linien, jener der linken 3⅓ Linien Durchmesser.

3. Wiederkäuer. Die tiefste Stellung der Kranzschlagader-Mündungen finde ich bei Moschus. Beide Coronariae entspringen etwas unter der Mitte der zugehörigen Sinus Valsalvae.

Die Oeffnungen sind weit, schnell trichterförmig sich verengend, jedoch ohne Drehung, wie später mehrfach erwähnt wird. Die Buchtung der Sinus ist ansehnlich, (besonders des hinteren), und die obere Begrenzung der beiden vorderen zwar nicht so scharf gezeichnet, wie bei dem Feris, aber deutlich wahrzunehmen. Beim Kantschil und Napu, so wie bei Moschus Stanleyanus und Moschus moschiferus sind diese Verhältnisse, mit sehr geringen Schwankungen, dieselben. Um so auffallender muss es erscheinen, dass bei der den Moschusarten so nahe stehenden Meminna indica, die Halbmondklappen so kurz (schmal) sind, und die Kranzadermündungen so hoch stehen, dass selbst das starrste Festhalten vorgefasster Meinung die Unmöglichkeit eines Verschlusses zugeben muss. Ein muskulöser Theil der Klappe fehlt.

Bei Antilope leucoryx ist die rechte Coronarmündung so tief gestellt, dass über die Sufficienz der Klappe kein Zweifel sein kann. Sie bildet einen weiten Trichter, dessen Durchmesser sich zu jenem der Arterie, bei ihrem Anlangen in der Querfurche des Herzens, wie 3 : 1 verhält. Ebenso gestaltet, erscheint das Ostium der linken Coronaria, dessen oberer Rand das Bereich der Sinus überragt. Die Klappe am Sinus der rechten Coronaria war, trotz ihrer mehr als genügenden Höhe, dennoch am Herzfleisch befestigt. Eine Hebung der ganzen Klappe durch dieses ist überflüssig. Das über dem Klappenursprung befindliche Herzfleisch bildet einen nach innen und unten geneigten Boden, der mit der inneren Oberfläche der Kammer einen sehr stumpfen Winkel erzeugt.

Bei Antilope dorcas dieselben Eingangstrichter der Coronaria. Die Sinus tief gehöhlt. Ihr oberer Saum stark aufgeworfen der hintere Sinus (ohne Coronar-Ostien) zusehends nach oben verflacht.

Bei der Gemse kleinere Trichter, mässig tiefe Sinus Valsalvae, mit scharf gezeichneter oberer Begrenzung der beiden vorderen (frisch untersucht).

Am Herzen eines jungen Steinbocks (aus Syrien) zeugten sich die Sinus flach, obwohl die zwei vorderen nach

oben deutlich markirt. Die Coronar-Ostien wie bei der Gemse gestaltet. Klappen suffieient. Alle drei Sinus Valsalvae besitzen eine Zone fleischigen Bodens.

4. Pachydermen. Bei Hyrax capensis entspringt die rechte Coronaria an der oberen Grenze ihres Sinus, und wird durch den gerade gestreckten Klappenrand bedeckt. Die linke entspringt ebenfalls unter der oberen Grenze ihres tiefgebauchten Sinus, aber nicht in der Mitte der Breite, sondern nahe am rechten Insertionswinkel ihrer Klappe. Die Klappe ist für das Ostium dieser Arterie gleichfalls vollkommen sufficient. Alle drei Sinus sind am injicirten Exemplare gleichstark.

Bei Hyrax syriacus dagegen, und an dem grossen Herzen des Hyrax abessinicus, ist das rechte Coronar-Ostium gänzlich aus dem Bereiche der unter ihm befindlichen Klappe gerückt, und das linke liegt so am oberen Rande seines Sinus, dass die hinauf gezerrte Klappe sein Lumen unter der Mitte schneidet.

Bei Dicotyles torquatus lässt sich das Ostium der rechten Coronaria durch die forcirte Klappe nicht decken, welches für die linke Coronaria möglich ist. Ebenso beim Tajassu. Beim gemeinen Hausschwein ist es gleichfalls so. Brücke meint zwar, dass die Klappe unter der rechten Coronaria, indem sie am Herzfleisch befestigt ist, durch dieses bei der Systole so viel gehoben werden kann, dass sie für das rechte Coronar-Ostium suffieient wird. Ich habe über diese Hebung bereits bei Gelegenheit der Betrachtung des Vogelherzens das Nöthige erörtert.

Bei Tapir sumatranus (junges Exemplar) zeigte sich das Ostium der linken Coronaria von der zugehörigen Klappe vollkommen gedeckt, d. h. der freie Klappenrand stand, ohne Nachhilfe einer gewaltsamen Zerrung, über dem erwähnten Ostium. Der entsprechende Sinus Valsalvae nicht tief gehöhlt. Sein oberer Rand, bis zu welchem die Klappe reichte, sehr scharf aufgeworfen. Das Ostium der rechten Coronaria gehörte einem flachen Sinus an, dessen obere

Grenze nicht deutlich abzusehen war. Der freie Klappenrand erreichte nur die untere Peripherie der Kranzschlagadermündung. Beide Musculi papillares schicken starke Sehnenschnüre zum Ostium arteriosum der Kammer hinauf, der hintere Sinus nach oben verflacht.

5. Nager. Bei Castor Fiber entspringt scheinbar die linke Coronaria mit einer so weiten Oeffnung, dass diese mehr als die Hälfte der Breite der Seitenwand des Sinus einnimmt. Man sieht jedoch die weite Oeffnung sich trichterförmig verengen. Am Grunde des Trichters klaffen zwei Oeffnungen für die beiden Hauptzweige dieser Coronaria, deren weiter Ursprung eigentlich als ein Nebensinus des betreffenden Sinus Valsalvae zu nehmen ist. Ebenso, jedoch in geringerem Grade, verhielt sich die Sache bei der rechten Coronaria. Die Sinus sind sehr entwickelt. Die in den Sinus hineingelegte Klappe, lässt die Ostien der Coronariae frei.

Bei Dasyurus Maugei entspringt die rechte Coronaria im oberen Drittel des Sinus Valsalvae. Die linke ist bis auf den oberen Saum ihres Sinus heraufgerückt, der die Ebene ihres Ostium in der Mitte schneidet.

Bei Arctomys marmotta und dem Prairie-dog, bei Lagomys und Meriones, gestalten sich die Klappenverhältnisse nicht verschieden von jenen unserer einheimischen Nager. Sehr tief stehen die Coronar-Ostien bei Spalax.

§. 12.

Fortsetzung.

6. Edentaten. Die höchste Stellung, welche die Coronar-Ostien bei den Säugethieren einnehmen können, fand ich beim dreizehigen Faulthier, Bradypus tridactylus. Auch biethet dieses merkwürdige Geschlecht den einzigen mir bekannten Fall dar, dass ein Ostium coronarium (jenes der rechten Coronaria) nicht über dem Rande der betreffenden Klappe, son-

dern über dem Fixirungswinkel der freien Ränder der vorderen rechten, und hinteren Halbmondklappe steht. Die Entfernung der Ostien vom gespannten Klappenrande, beträgt fast ebensoviel als die Klappenhöhe. Ein Verschluss beider Ostien durch die Klappen ist eine absolute Unmöglichkeit. Der angeführte Fixirungswinkel setzt sich nach aufwärts in das Lumen der rechten Coronaria fort, und verliert sich als schraubenförmig gewundene Leiste an der inneren Oberfläche dieses Gefässes, bevor es noch in seine beiden Hauptäste zerfällt.

Bei Bradypus didactylus, von welchem ich einen der Reife nahen Embryo untersuchte, sind die Verhältnisse dieselben, die Semilunarklappen aber so schmal, dass die Entfernung ihres freien Randes von den Oeffnungen der Coronar-Arterien noch grösser erscheint, als bei dem alten Exemplare von Bradypus tridactylus.

Bei Myrmecophaga Tamandua erscheinen die Halbmondklappen auffallend dick. Sie schliessen jedoch an ihrem Befestigungsrande keine Muskelfasern ein. Das Ostium der linken Coronaria liegt unter dem deutlich ausgeprägten oberen Begrenzungsrand des entsprechenden Sinus Valsalvae. Das Ostium der rechten Coronaria ist um die Hälfte kleiner. Der gestreckte Klappenrand erreicht es nicht. Der obere Rand des zugehörigen Sinus ist leicht abzusehen.

Bei den Gürtelthieren, von welchen ich Dasypus gymnurus und setosus untersuchte, ist bei letzterem der obere Rand des Sinus anterior dexter scharf gezeichnet. In der Mitte seiner Länge theilt er sich in zwei Schenkel, welche das Ostium der rechten Coronaria umkreisen, und dann wieder in einen Saum zusammenfliessen. Die linke Coronaria hat den früher erwähnten gedrehten Trichtereingang, für welchen die gespannte Klappe sufficient zu sein scheint. Die Papillarmuskeln senden ihre Chordae auch in die Nähe der Klappenanheftung hin.

Unerreichbar durch den Klappenrand steht das Ostium der rechten Coronaria bei Manis macrura. Jenes der linken wird unter seinem Mittelpunkte vom möglichst weit hinauf-

gezerrten Klappenrand, welcher bei dieser Behandlung nach oben convex wird, geschnitten.

7. Monotremen. Bei Tachyglosus setosus (Echidna), dessen von einer linken Lungenvene aus injizirtes Herz vorliegt, sind dic Sinus Valsalvae so flach, dass eigentlich nur die Stellen zu sehen sind, an welchen sie vorkommen sollten. Bei der Eröffnung der Aortenwurzel eines zweiten nicht injizirten Herzens, war die obere Begrenzung der Sinus weder als Aufwurf, noch als Saum zu unterscheiden Die Oeffnungen der beiden Kranzschlagadern standen so hoch, dass ihr Verschluss durch die Halbmondklappen eine baare Unmöglichkeit ist.

Bei Ornithorhynchus paradoxus verhielten sich die Coronar-Ostien an zwei untersuchten Exemplaren verschieden. An einem männlichen Thiere stand das rechte Coronar-Ostium in der Mitte des oberen Randes des entsprechenden Sinus. An einem Weibchen (beide vollkommen ausgewachsene alte Exemplare) lief von der Insertionsstelle der Klappe des rechten Sinus Valsalvae ein elastisches Band in der Wand des Sinus herauf, und theilte sich an der oberen Grenze desselben in zwei bogenförmig auseinandergehende Schenkel. Unter dem rechten dieser Schenkel klaffte das Ostium coronariae dextrae. Den beiden Bogen, welche die obere Grenzlinie dieses Sinus bezeichneten, liess sich natürlich der concave Klappenrand nicht anpassen. — Die linke Coronaröffnung lag beim Männchen im rechten Insertionswinkel ihrer zugehörigen Klappe, — beim Weibchen in der Mitte der Sinuswand.

8. Marsupialien. Bei Phalangista Cookii entspringen beide Coronariae aus dem oberen Bezirke der zugehörigen, weit ausgebauchten Sinus. Die Klappen lassen sich selbst bei bedeutender Spannung des in der Länge geöffneten Aortenrohres über die Ostien hinziehen. Die vordere rechte Klappe war an ihrem Rande gefenstert. Der Schlitz ging vom linken Insertionsende des freien Klappenrandes aus, und setzte sich in jenen Theil der Klappe fort, welcher dem Ostium der Coronaria

entsprach. — Bemerkenswerth ist noch folgendes Vorkommen. Ein vom vorderen (unteren) Rande der Herzscheidewand sich erhebender, dicker Papillarmuskel, hatte, ausser der gewöhnlichen Verbindung mit der Tricuspidalklappe, noch einen sehr innigen Zusammenhang mit jener Partie des Herzfleisches, über welcher die vorderen Aortenklappen sitzen. Es ging nämlich von seiner stumpfen Spitze ein breites und starkes sehniges Band zu jener Stelle hin, und verband sich auf diesem Wege mit einer derben, rundlichen Sehnenschnur, welche von einer an der Herzscheidewand ihrer ganzen Länge nach hinziehenden fleischigen Säule abgegeben wurde. Bei der bekannten Wirkungsrichtung der Papillarmuskeln, brauche ich nicht darauf hinzudeuten, welchen Einfluss diese Vorrichtung, welche auch bei Tapir und Dasypus erwähnt wurde, auf die Stellung der Klappen während der Systole äussern muss.

Bei Bethongia Graji und Halmaturus Brunii kann nicht geläugnet werden, dass der gespannte Klappenrand eine Stellung über den Kranzadermündungen erreicht, welche wenig tiefen Valsalvischen Buchten angehören, deren obere Contour sehr scharf gezeichnet ist. Obwohl das Herz des Halmaturus einem sehr alten Exemplare angehörte, war keine Klappendurchlöcherung zu sehen. Gleichfalls nicht bei Hypsiprymnus Potoroo. Dagegen fand ich bei Hypsiprymnus penicillatus das linke Coronar-Ostium über seinem Sinus, das rechte in dem Sinus gelegen.

Bei Phascolomys Wabot waren die Coronar-Ostien so nahe gegen die untere Peripherie der Aortenwurzel aneinander gerückt, dass ihre Entfernung nur 2 Linien betrug. Sie standen zugleich so angebracht, dass der im Maximum gespannte Klappenrand sie nur theilweise bedeckte. Die Ränder beider Klappen waren überdiess gefenstert, und somit selbst der theilweise Verschluss effektlos. An einem zweiten jüngeren Exemplare war die Entfernung der Kranzader-Mündungen von einander grösser. Sie nahmen fast die Mitte der Breite der Sinus ein. Auch ihre Stellung war tiefer, und es liessen sich desshalb die Klappen durch Zug über sie hinstre-

cken. — Wenn bei Thieren einer und derselben Species so bedeutende anatomische Unterschiede vorkommen können, so dürfte dieses wohl ein Fingerzeig sein, dass der durch sie bedingte Funktionswechsel nicht jene Wichtigkeit haben kann, welche dem Stattfinden oder Unterbleiben einer Selbststeuerung zukommen muss *).

9. Carnivoren. Bei Ichneumon zebra übertrifft das Ostium der linken Coronaria jenes der rechten fast um das Doppelte. Der obere Rand des Ostium geht nicht in den unteren über, sondern dringt mit spiraler Windung in das Lumen der Arterie ein, welches, bei seiner auffallenden Weite einen gewundenen Trichter vorstellt, aus dessen tiefsten Grunde das cylindrische Rohr der Coronaria hervorgeht. Durch die grösste Spannung der Halbmondklappe des linken vorderen Sinus, konnte nur eine theilweise Bedeckung dieses Trichtereinganges erzwungen werden. Die rechte Coronaria wurde zwar durch ihre Klappe vollständiger, aber dennoch nicht gänzlich geschlossen. (Die doppelten Noduli am freien Klappenrand sind für unseren Zweck bedeutungslos). Ebenso finde ich es bei Lutra ariranha. Die obere Grenze der Sinus Valsalvae ist deutlich ausgeprägt. Sie schneidet den unteren Rand der rechten Kranzadermündung, und geht über die Mitte der linken weg. Letztere ist so weit, dass sie das mittlere Drittel der Breite des Sinus für sich in Anspruch nimmt. Auch sie verengert sich plötzlich trichterförmig. Eine an der Innenwand des Trichters bemerkbare Leiste, geht in Schraubentour in jenen Sporn über, welcher die am Grunde des Trichters befindlichen Oeffnungen der beiden Hauptäste dieser Coronaria von einander trennt. Beide Papillarmuskeln schicken starke sehnige Schnüre zur Insertionstelle der beiden vorderen Halbmondklappen hinauf.

Bei Nasua socialis überragt der obere Rand beider Coronar-Ostien den möglichst gespannten Klappenrand. Die

---

*) Siehe §. 14.

Sinus finde ich wenig ausgebuchtet. Eine fibröse Chorda verbindet den Papillarmuskel mit jener Stelle der Herzwand, über welcher die vordere rechte Klappe fusst.

Bei Viverra genetta erhebt sich der gespannte Klappenrand über die Coronar-Mündungen. Der obere Grenzsaum der Sinus Valsalvae ist stark aufgeworfen. Die Sinus selbst sind tief gehöhlt. Die Eingänge zu den Kranzarterien trichterförmig. Ebenso bei Genetta perdicolor.

Bei Procyon lotor stehen beide Coronar-Ostien knapp am oberen stark aufgeworfenen Saume ihrer Sinus Valsalvae, und können, wenn die Aorta nicht gespannt wird, durch die Klappen verlegt werden. Bei geringem Zug an der Aorta in der Länge und Quere, bedecken die Klappen nur die untere Peripherie dieser Ostien.

Sehr lehrreich ist das colossale Herz des Eisbären. Die linke Coronaria besitzt einen acht Linien weiten Trichtereingang, über welchen ein schroff aufgeworfener Wall, als Grenzlinie des fast hemisphärischen Sinus bogenförmig hinübersetzt. Die rechte Coronaria besitzt ein ungleich kleineres Infundibulum. Der Klappenrand verlegt den linken Trichter grösstentheils; den rechten erreicht er nicht. Der rechte Sinus sehr flach. Zwischen Klappeninsertion und Aortenanfang geht noch eine, nur aus Kreisfasern gebildete Muskelzone, welche sich in die Winkel zwischen den Klappen nicht erhebt, um das Ostium aorticum herum. Der hintere Sinus (ohne Ostium coronarium) lauft nach oben sich allmälig verflachend aus.

Bei Felis leo ist die obere Grenze der beiden vorderen Sinus als ein schroff aufstehender Saum höchst deutlich markirt. Am hinteren ist dieses weniger der Fall. Das Ostium der rechten Coronaria steht dicht an diesem Saume; — jenes der linken eine Linie unter ihm. Die Sinus selbst sind so ausgebuchtet, dass an dem Weingeistexemplare, welches ich untersuchte, die Wand des linken vorderen Sinus in zwei longitudinale Falten gelegt erschien, zwischen welchen das Ostium der zu ihm gehörigen Coronaria lag. Keine Klappe

enthält muskulöse Elemente. Das eigentliche Herzfleisch beginnt erst zwei Linien unter dem convexen Klappenrande.

Bei Felis lynx dieselben Vorkommnisse.

10. Insectivoren. Bei Mygale moschata und Erinaecus auritus (die grössten Insectivora) sehe ich die Mündungen der Kranzarterien über den betreffenden Aortentaschen angebracht, welche zwar hoch aber zugleich flach erscheinen. Bei letztgenanntem Genus ist die Klappe der linken Coronaria am Rande mehrfach gefenstert, und mit jener der rechten eine Strecke weit am Insertionswinkel verwachsen, — ein Umstand, der dem Erheben des Klappenrandes bis zum oberen Sinusrand entgegenwirkt. Die kleineren Gattungen Scalops, Chrysochloris, Condylura, habe ich, um möglichen Täuschungen auszuweichen, auf den hohen Ursprung der Coronariae nicht untersucht.

11. Chiropteren. Bei dem fliegenden Hunde (Pteropus edulis), und dem noch riesigeren Pteropus Edwardsii, finde ich, so wie bei Pteropus aegyptiacus, Megaderma spasma, und Chiromeles torquatus, die Sinus Valsalvae ausgezeichnet tief, aber niedrig, ihren oberen Grenzsaum stark aufgeworfen, die Aortenklappen dick, und anscheinend für die Coronar-Ostien sufficient. Nur bei einem Genus (Vampyrus spectrum) steht die rechte Coronaröffnung hoch über dem zuständigen Sinus, während die linke Kranzarterie aus der Mitte ihres Sinus abgeht.

12. Quadrumanen. Bevor die dem Menschen zunächst stehenden Vierhänder untersucht werden sollen, muss eine Bemerkung vorangeschickt werden über die von Prof. Brücke zu Hülfe gerufene Verkürzung der Halbmondklappen nach dem Tode. Dass die Halbmondklappen, deren Gewebe elastische Fasern in reichlicher Menge einschliesst, nach dem Tode das Minimum ihrer Flächenausdehnung annehmen, ist hinlänglich bekannt. Der an den Halbmondklappen vorkommende, freie, concave Rand ist gewiss,

wenigstens zum Theil, eine Leichenerscheinung. Er hindert uns aber nicht, mit Genauigkeit zu bestimmen, wie weit die lebende Klappe in der Aortenwurzel hinaufreicht. Da die Endpunkte des freien Klappenrandes an der Innenfläche der Aortenwurzel festsitzen, und durch die in der Leiche stattfindenden Veränderungen nicht verrückt werden können, so wird eine diese fixirten Endpunkte verbindende Gerade die höchste Höhe bezeichnen, zu welcher sich der freie Klappenrand erheben kann. Bei Verwachsung der Klappen an ihren Insertionswinkeln kann auch diese Linie vom freien Klappenrande nie erreicht werden. Diese Linie ist gemeint, wenn im Vorausgegangenen von der Stellung der Klappenränder die Rede war. — Das Verhältniss des Klappenrandes zum Ostium der Kranzarterien kann nur annäherungsweise dadurch veranschaulicht werden, dass das durch einen Längenschnitt geöffnete Aortenrohr in die Länge und Quere mässig ausgespannt, und in diesem Zustande auf einer Unterlage mit Nadeln fixirt wird. Der Spannungszustand der Aortenwand während der Systole wird hiedurch freilich nur unvollkommen hergestellt, aber man überzeugt sich dennoch mit Leichtigkeit, dass auch ein geringer Grad von Spannung eine höhere Stellung der Kranzschlagadermündungen mit sich führt.

Es liess sich erwarten, dass der Chimpanse, (Troglodytes niger) welchen nur der Gorilla vom Menschen scheidet, durch keine besonderen Verhältnisse seiner Herzklappen sich von dem letzteren unterscheidet. Ich war desshalb überrascht, an der Stelle der Noduli Arantii, lappenähnliche Anhängsel zu treffen, welche, ohne auffallend dicker zu sein als das Klappensegel, den freien Rand des letzteren zungenförmig überragten. Die der linken Coronaria entsprechende Klappe war, trotz der Jugend des Thieres (körperhöhe nur 3 Schuh) an den fixirten Enden ihres freien Randes gefenstert. Die obere Grenze der Sinus Valsalvae war für den hinteren nicht deutlich ausgeprägt. Die linke vordere Halbmondklappe erreichte mit ihrem geradelinig gestreckten

Rande nicht einmal die untere Peripherie des Ostium der rechten Coronaria. Selbst durch Zug, der den freien Rand der Klappe nach oben convex machte (und das kann er doch im Leben bei aller „Nachgiebigkeit und Elasticität" der lebenden Klappen kaum werden), erreichte der zungenförmige Appendix, der durch die Spannung des Klappenrandes etwas an Länge verlieren muss, jenes Ostium nicht. — Die rechte Coronaria, deren Mündung etwas tiefer stand, konnte gleichfalls weder durch den gerade gestreckten Klappenrand, noch durch den zungenförmigen Anhang desselben erreicht werden. Letzteres um so weniger, als das Ostium, bevor noch das Aortenrohr gespannt wurde, eine von der Medianlinie der Klappe 2 Linien weit nach rechts abweichende Lage einnahm.

Höchst auffallend gestalten sich die Verhältnisse beim Orang-Utang. Ich kenne kein Thier, bei welchem die linke Coronaria so tief im Sinus entspringt. Der untere Rand des Ostium coronarium liegt dem blinden Grunde des Sinus näher, als der obere Rand des Ostium dem oberen Contour des Sinus. Neben dem Ursprunge der rechten Coronaria fanden sich nach links zu noch zwei kleinere Gefässlumina, mit dem ersteren in einer Horizontallinie gelegen. Die Lage dieser Linie entsprach dem oberen Drittel des Sinus. Die Klappen deckten somit vollkommen, oder besser, ihre freien Ränder standen über den Kranzschlagader-Mündungen. Wie wenig dieses gegen den eigentlichen Ursprung des systolischen Pulses der Coronar-Arterien spricht, wird in §. 14 gezeigt.

Bei Cynocephalus porcarius und Ateles paniscus, bedecken die Halbmondklappen das linke Ostium coronarium gar nicht, und das rechte nur zum Theil, — und bei Lemur albifrons, wo diese Ostien auffallend weit getroffen werden, geht der freie Klappenrand über ihre Mitte weg.

§. 13.
Hoher und tiefer Ursprung der Coronar-Arterien am Menschenherzen.

Ich liess mir die Mühe nicht verdriessen, 100 Menschenherzen im frischen Zustande, auf die Stellung der Coronar-Ostien zu untersuchen. Diese Zahl, vermehrt durch 17 Herzen unserer Sammlung, liefert ein hinreichendes Material zur Constatirung einer Regel und deren Ausnahmen.

Ich durfte erwarten, dass die bei den Säugethieren beobachteten Differenzen, auch im Menschenherzen wiederkehren, besonders da man, wie Hr. Prof. Brücke sich eben so schön als wahr ausdrückt, „in der Schule der vergleichenden Anatomie die unwandelbare Gesetzmässigkeit, und die harmonische Entwicklung der thierischen Organisation" kennen und würdigen lernen kann.

Ich fand, was ich erwartete, und was Fantonus schon vor hundert Jahren wusste, dass es Menschen gibt, bei welchen die Aortenklappen über die Ursprünge der Kranzarterien hinausreichen, und andere bei denen dieses nicht der Fall ist. Fantonus hielt die ersteren für Phlegmatiker, die letzteren für Sanguiniker.

Wir hoffen, die Manen des berühmten Anatomen nicht zu kränken, wenn wir diese Ansicht nicht theilen, und uns sogar im folgenden Paragraph erlauben, der Meinung zu sein, dass es für die Frage der Selbststeuerung ganz einerlei ist, ob das eine oder das andere vorkommt.

Die Untersuchung der Menschenherzen lieferte folgende numerische Daten.

A. Hoher Ursprung.

1. An 7 Herzen entsprangen beide Arteriae coronariae so hoch über den Valsalvischen Buchten, dass die Aortenklappen nimmermehr bis zu ihren Ostien hinaufreichen konnten. Die Entfernung der letzteren betrug in zwei Fällen

über einen halben Zoll. In einem dritten, war sie nur etwas geringer. In den übrigen übertraf sie nicht das Maximum von dritthalb Linien. Ich kann es nicht behaupten, und auch nicht läugnen, dass, wie es Hr. Prof. Brücke möglich hält, dieser hohe Ursprung einmal ein tiefer war, und im Embryoleben durch anomale Wachsthumsverhältnisse heraufgerückt worden sei. Zugesehen habe ich nicht, um etwas Gewisses aussagen zu können. Was hält man nicht Alles für möglich, wenn es für den Augenblick helfen soll. Ich kann nur so viel versichern, dass fünf von diesen sieben Herzen gesund waren, — zwei litten an Insufficienz der Aortenklappen.

2. An 13 Herzen betraf der hohe Ursprung nur Eine Coronaria, und zwar fünfmal die linke, achtmal die rechte. Für den tiefen Ursprung der zweiten Coronaria war die zugehörige Halbmondklappe anscheinend sufficient. Diese Herzen hatten somit, theils auf der rechten, theils auf der linken Seite partielle Selbststeuerung nach Brücke. — Es wäre interessant den Gang einer steuernden Maschine unter solchen Bedingungen zu sehen.

3. An 14 Herzen waren die Halbmondklappen gefenstert. An den Insertionswinkeln zehnmal, in der Mitte viermal. Die Spaltöffnung am Winkel stand nur in 3 Fällen einem seitlich abgewichenen Coronar-Ostium gegenüber. Die Spaltung in der Mitte korrespondirte an drei sufficienten Klappen, der medianen Lage eines Ostii coronarii. — Von diesen 14 Fällen sind sonach nur 6 der Selbststeuerung verlustig. — In einem Falle hatten sich vermuthlich mehrere Spalten zu einer einzigen vereinigt, welche parallel mit dem freien Klappenrand, und etwa anderthalb Linien von ihm entfernt verlief. Die Erweiterung dieser Spalten beim Hineindrängen der Klappe in den Sinus Valsalvae ist gewiss kein günstiges Moment für einen steuernden Klappenschluss.

4. Normale Stellung der Ostien mit Schrumpfung und Verkürzung der Klappen traf ich viermal. Das Verhältniss ist dasselbe, wie bei hoher Stellung der Ostien und normaler Länge der Klappen.

5. An einem Kinde entsprang die rechte Coronaria neben der Abgangsstelle einer abnormen Arteria thymica*), aus dem sogenannten Sinus quartus oder maximus Valsalvae.

6. An einem zweiten fand sich eine überzählige Coronaria über der normal entstandenen linken. Verwachsung der Klappen untereinander an ihren Insertionswinkeln, kam, bis über eine Linie Länge, an 9 Fällen vor. Diese zeigten den gewöhnlichen Standort der Coronar-Ostien, welcher aber für die verwachsenen, und dadurch in ihrer Hebung behinderten Klappen, ein relativ zu hoher war.

Bei den hier angeführten 32 Fällen war somit der Klappenschluss für beide oder für eine Coronaria nicht ausführbar.

B. Tiefer Ursprung.

1. In zwei Fällen standen beide Coronar-Ostien unter der Mitte der Sinus Valsalvae.

2. In neun Fällen sehe ich sie zwischen der Mitte und dem oberen Rande des Sinus, ohne letzteren zu erreichen. — In 1 und 2 kein Zweifel über das Hinausreichen der Klappen über die Ostien.

3. In drei Fällen stand nur die rechte, in zwei Fällen nur die linke tief. Die zweite Coronaria entsprang in drei von diesen fünf Fällen über, in zwei unter dem oberen Sinusrand. — In 1, 2, und 3, waren die betreffenden Sinus, mit sehr wenigen Ausnahmen, mit stark aufgeworfenen, oberen Grenzlinien versehen, welche am dritten Sinus, aus welchem keine Coronaria entsteht, entweder fehlten, oder verhältnissmässig schwach angedeutet erschienen. Nur an zwei Exemplaren war der obere Rand des dritten Sinus stärker ausgeprägt, als an den beiden anderen. Die tief gestellten Coronar-Ostien sind durchgehends grösser, als die hochgestellten.

---

*) Mayer hat in Graefe's und Walther's Journal, 10. Bd. pag. 44 eine aus der rechten Subclavia entsprungene Coronaria dextra beschrieben.

Die übrigen Herzen zeigten eine Stellung der Coronar-Ostien, bei welcher die Klappen nur unvollkommen über das Ostium coronarium hingelegt werden konnten, oder es selbst unter Anwendung von Zug nur theilweise, sehr selten genügend, bedeckten. Sie gehören somit sämmtlich jenen, auch von Hrn. Prof. Brücke anerkannten Fällen an, „bei welchen man mit der glatt angelegten Klappe den Eingang in die Kranzschlagadern nur ausnahmsweise ganz vollständig bedecken kann.“

Besondere Erwähnung verdienen, ihrer Seltenheit wegen, noch folgende interessante Varietäten der Kranzarterien-Ursprünge, und der Sinus Valsalvae.

a) An einem Herzen fanden sich zwei gleichstarke Coronar-Ursprünge im linken vorderen Sinus. Sie gehörten der rechten und linken Coronaria an, deren erstere aus ihrem Sinus in jenen ihrer Nachbarin hinübergerückt war. Dieser Sinus war durch seine Weite und scharfe Begrenzung ausgezeichnet.

b) Die rechte Coronar-Mündung hatte zwei kleinere neben sich, welche selbstständig gewordenen Aesten derselben angehörten. Die dadurch bedingte Vermehrung der Coronariae auf vier, hat auch Meckel*) gesehen.

c) Beide Coronariae waren einander am Ursprunge so nahe gerückt, dass sie nur durch den ihren beiden Klappen gemeinschaftlichen Insertionswinkel von einander getrennt wurden.

d) Ein anscheinend gesundes Herz eines jungen Individuums hatte Noduli Arantii von der Grösse einer kleinen Erbse, ohne entsprechenden Eindruck an der Aortenwand. Wichtig für §. 17.

e) Der dritte Sinus Valsalvae (ohne Coronar-Ostium) ist an zwei injizirten Herzen auffallend grösser, als die beiden anderen.

f) An 6 Herzen liefen tiefe bogenförmige Furchen vom Grunde der Sinus zu den trichterförmig erweiterten

---

*) Handbuch der menschlichen Anat. 3. Bd. pag. 74.

Coronar-Ostien hin, und an zwei hypertrophischen Herzen war der obere Rand des hinteren rechten Sinus Valsalvae so schroff aufgeworfen, dass eine plötzliche Unterbrechung desselben in der Mitte sehr genau den Weg anzeigte, welche das während der Systole in ihm comprimirte Blut, bei dem Entweichen aus dem Sinus genommen hatte. Dass es sich hier nicht um einen Abdruck des Nodulus Arantii in der Sinusgrenze handelte, ging daraus hervor, dass der Nodulus kaum angedeutet war, während jene Unterbrechung 2 Linien Länge besass *).

g) An einem Herzen fanden sich zwei Halbmondklappen an ihrem gemeinschaftlichen Insertionswinkel so mit einander verwachsen, dass sie nur eine einzige auszumachen schienen. Die Verwachsungsstelle war über 4 Linien breit, und so geschrumpft, und durch Absorption geschwunden, dass sie nur mehr wie ein fibröses Band erschien, welches der verschmolzenen Klappe in der Mitte ihrer Breite zur Befestigung diente, — ein Vorkommen, welches an das normale Verhalten der Klappen bei Knorpelfischen erinnert.

§. 14.

Unbedeutsamkeit eines hohen oder tiefen Kranzader-Ursprungs für den Puls der Coronarien.

Für jene Leser, welche die drei vorausgehenden Paragraphe überschlagen haben, reassumire ich ihren Inhalt in möglichster Kürze dadurch, dass im Säugethier- und Menschenherzen der Ursprung der Coronar-Arterien 1. ein hoher (über den Sinus Valsalvae), 2. ein tiefer (aus den Sinus Valsalvae), oder 3. eine Combination beider (eine Coronaria tief, die andere hoch entstehend) sein kann.

---

*) Es ist für diesen Fall, so wie für die später (§. 17) folgende Beurtheilung der Klappenspuren, nicht ohne Wichtigkeit, dass die Noduli Arantii nicht an jener Seite der Klappen hervorragen, welche der Aortenwand zugekehrt ist, sondern an der entgegengesetzten.

Diese Verschiedenheit ist von der höchsten Wichtigkeit.

Im ersten Falle ist der Klappenschluss, und somit die Selbststeuerung des Herzens, eine anatomische Unmöglichkeit. Im zweiten ist er eine Nothwendigkeit (Brücke), und im dritten hat eine Herzhälfte Selbststeuerung, die andere nicht.

Wenn eine Maschine, welche auf Selbststeuerung eingerichtet ist, dieser Einrichtung verlustig geht, indem der Arbeiter vergass sie anzubringen, oder ein anderer Umstand die Selbststeuerung aufhebt, so ist auch die Maschine unbrauchbar.

Wie kann nun der Baumeister der sinnreichsten Maschine — des Herzens — solche Inconsequenzen begangen, „solche Constructionsfehler" einem der wichtigsten Organe aufgedrungen, solche Verstösse gegen die Regeln der Mechanik beharrlich durchgeführt haben, „welche man heut zu Tage selbst einem gewöhnlichen Maschinenbauer nicht verzeihen würde." Mir scheint, dass es schwer halten würde, die Natur desshalb auch vor Laien eines Fehlers zu zeihen. Viel weniger kann derjenige an einen Fehler denken, der in der Schule der Physiologie einsehen gelernt hat, dass, es mag 1. 2. oder 3. stattfinden, der systolische Puls der Kranzarterien dadurch nicht im Geringsten beirrt wird, und immer auf dieselbe Weise wie bei allen übrigen Arterien erfolgt.

Dieses erscheint auf den ersten Blick für den Fall 2, und eine Hälfte von 3, nicht möglich sein zu können. Betrachten wir jedoch die Bewegung der Halbmondklappen während einer Systole. Am Beginne der Systole wird jede Klappe emporgedrängt. Sie braucht eine gewisse Zeit bis ihr oberer Rand an die obere Grenze des Sinus Valsalvae gelangt, aus welcher eine tief entspringende Kranzarterie abgeht. Während dieser Zeit strömt das Blut frei in die Kranzschlagadern ein, wie bei jeder anderen Arterie. Von jenem Zeitmomente an, wo die Klappe den Sinus Valsalvae deckt, ist letzterer in ein vom übrigen Arteriensystem abgeschlossenes, blutgefülltes Cavum umgewandelt, zu welchem kein Zugang führt, aber aus welchem an zwei Sinusen ein Ausgang in die betreffenden Coronar-Arterien offen steht.

Da die Systole der Kammer die Halbmondklappen nicht bloss hebt, sondern sie in den Sinus hineindrückt, so muss dieses Hineindrücken der Klappen in den Sinus bei zweien derselben, wenn tief entspringende Coronar-Arterien aus ihnen abgehen, ein Entweichen des Blutes aus dem Sinusraum in die Coronar-Arterien, während der übrigen Dauer dieser Systole unabweislich veranlassen.

Es ist für die Blutbewegung in den beiden Coronar-Arterien genau dasselbe, als ob, wie an den Ursprungsöffnungen aller übrigen Arterien, gar keine Halbmondklappen vorhanden wären, und desshalb kommt auch nichts darauf an, ob die Coronar-Arterien hoch oder tief, über oder unter den freien Klappenrändern entspringen.

Eben so gleichgültig ist es, ob die Klappe gefenstert ist, oder nicht. — Die Coronar-Oeffnung wird bei tiefer Stellung derselben erst verschlossen, wenn die Systole am Ende ist, und im selben Moment auch wieder geöffnet, weil die Diastole die Klappe in eine andere Stellung bringt.

Ist die Klappe auf das Coronar-Ostium gedrückt, so ist auch die Systole aus, und die Klappe hindert, wenn sie auch ein tiefgelegenes Coronar-Ostium deckt, den Bluteintritt in dasselbe nicht, weil mit dem Schlusse der Systole keiner mehr erfolgt, und die Kranzarterie so viel Blut erhalten hat, als sie überhaupt erhalten kann.

Wenn man die Tiefe eines der beiden Sinus Valsalvae, aus welchen die Coronar-Arterien entspringen, mit der Blutmenge vergleicht, welche eine Coronaria, oder eine andere Arterie von demselben Caliber, während eines Pulsschlages liefert, und zugleich sich erinnert, dass die Entleerungsdauer des Sinus nur ein Bruchtheil der Dauer einer Systole ist, so wird man auch nicht umhin können einzusehen, dass die Beendigung einer Systole mit der Vollendung der Entleerung des Sinus zusammenfällt.

Die trichterförmigen Eingänge der Coronar-Arterien, sind dem Eindringen des Blutes aus dem Sinus in die Kranzarterien nicht in geringem Grade förderlich, und die Coëxistenz von weiten Coronar-Ostien mit tiefer Stellung der-

selben deutet auf ein ursächliches Verhältniss beider im bezeichneten Sinne hin.

Der Rand der dritten Halbmondklappe legt sich zwar auch an die Wand des dritten Sinus Valsalvae an, aus welchem keine Kranz-Arterie entspringt. Aber eben da dieser Sinus keine Abzugsöffnung hat, wird das in ihm comprimirte Blut zwischen Sinuswand und Klappenrand sich einen Ausweg suchen, und durch Lüften des Klappenrandes aus dem Sinus entweichen, da ihm eine andere Bahn nicht offen steht. Die oft bemerkte grössere Ausweitung dieses Sinus, mag wohl mit diesem Vorgange zusammenhängen. Dasselbe gilt für alle drei Sinus, bei hochentspringenden Kranzarterien. —

Ist alles Blut aus dem Sinus in die Coronar-Arterien getrieben, so muss die Klappe in die diastolische Stellung zurückgehen. Welche Kraft bringt sie von der Wand des Sinus weg, an welche sie anliegt? Am Schlusse der Systole ist das Aortenrohr, von seinem Beginne an, d. i. von der Befestigungsstelle der Halbmondklappen an, mit Blut im Maximum gefüllt. Es ist nicht wahr, dass nichts von diesem Blute in das Herz, während der Diastole zurückkehrt. Es ist vielmehr gar nicht zu vermeiden, dass jenes Stück der Blutsäule im Aortenrohre, welches der Höhe der Klappen entspricht, am Beginn der Diastole in das Herz zurückgeht, und in dem nächst über ihr befindlichen Blute eine ähnliche rückgängige Bewegung induzirt, welche die Klappen einstellt.

Aus allen Diesem geht hervor, dass die Semilunarklappen der Aorta nur des Ostii arteriosi der Kammer wegen, nicht aber zugleich eines einzuleitenden Verschlusses der Kranzader-Mündungen wegen, geschaffen wurden, und dass der Puls der Coronar-Arterien, auch bei augenscheinlich tiefen Ursprung derselben, durch jene Kraft bewirkt wird, von welcher er bei einem hohen Ursprung dieser Gefässe abhängt.

§. 15.

Ueber das Höherrücken der Coronar-Ostien in der Leiche, und im Leben.

Prof. Brücke gibt zu, dass an der Leiche in der bei Weitem grösseren Mehrzahl der Fälle, „die Aortenklappen die Eingänge in die Kranzarterien gar nicht, oder nur theilweise bedecken.“ Dieses rühre jedoch von einer Formveränderung her, welche die betreffenden Theile nach dem Tode erleiden. Die Formveränderung äussere sich auf doppelte Weise. Erstens werden die Oeffnungen der Coronar-Arterien durch den Zug, welchen die Elasticität der Aorta auf die dünnen und nach aussen gebuchteten Wände der Sinus Valsalvae ausübt, hinter den Klappen hervorgezogen, und diese höhere Stellung derselben durch den mittlerweile eingetretenen Rigor der muskulösen Elemente der Aorta zu einer bleibenden gemacht. Zweitens werden die Klappen nach dem Tode weniger nachgiebig und weniger elastisch, indem sie „eine Veränderung ihrer Cohäsionsverhältnisse erleiden,“ in deren Ursache zwar Herr Prof. Brücke „noch keine sichere Einsicht“ gewinnen konnte, welche aber dennoch die Vermuthung nahe bringt, dass durch sie das Flächenmass der Klappen „wohl bleibend etwas verloren hat.“ —

In Kürze gesagt, liegt das Coronar-Ostium in der Leiche höher, und die Klappe wird kürzer.

Wir erlauben uns nun diese Vorgänge in der Leiche mit jenen am Lebenden zusammenzuhalten.

Das Höherrücken der Coronar-Ostien in der Leiche hängt nach Prof. Brücke von einem Zuge ab, welchen die im Tode sich entleerenden Arterien an dem Herzen ausüben. Das Herz setzt diesem Zuge einen gewissen Wiederstand entgegen, indem es sich nicht frei nach aufwärts bewegen kann, sondern durch den Herzbeutel an das Zwerch-

fell befestigt ist, und dem Zuge nur so weit folgt, als die Nachgiebigkeit des Herzbeutels gestattet, u. s. w.

Dass die im Tode leer werdende Aorta einen solchen Zug auf das Herz wirklich ausübt, beweist nach Hrn. Prof. Brücke's Experimenten an Kaninchen, der Umstand, dass, wenn man fünf Nadeln durch die linken oberen fünf Zwischenrippenräume in das Herz einsticht, und das Thier verbluten lässt, die Köpfe der Nadeln sich nach abwärts richten.

Ich sehe nun zwar nicht ein, warum das Thier den Verblutungstod erleiden musste, da bei jeder anderen Todesart die Arterien sich gleichfalls entleeren, ja sogar vollständiger noch, als durch Verblutung, bei welcher grosse Coagula selbst in den Hauptgefässstämmen angetroffen werden. Den Zug, welchen die leere Aorta auf das Herz ausübt, gebe ich, natürlich auch ohne der Beweiskraft jenes Experimentes, zu, indem die Elasticität der sich entleerenden Aorta, welche ihre Länge zu verkürzen strebt, nicht anders als ziehend auf das Herz wirken kann. Der Zug dehnt in Folge des theilweisen Herzwiederstandes die Aortenwand, und bedingt dadurch folgerichtig ein Höherrücken der Kranzschlagader-Mündungen.

Im Leben nun treffen mehrere Umstände zusammen, welche die Dehnung der Aortenwand in die Länge noch höher treiben müssen, als es in der Leiche geschieht, und dadurch eine gleichfalls höhere Stellung der Coronar-Ostien, als sie in der Leiche gesehen wird, veranlassen werden.

1. Dehnt die Blutmasse, welche bei jeder Systole in die Aorta getrieben wird, letztere in der Länge (und Quere) aus.

2. Folgt das Herz dem Zuge der gedehnten Aorta nicht, sondern bleibt, wie Prof. Brücke gesehen hat, am Platze *).

3. Die mit der Dehnung der Aorta isochrone, stärkere Ausbuchtung der Sinus Valsalvae, tritt dieser Dehnung nicht hemmend entgegen, indem Prof. Brücke selbst das be-

*) Physiol. Bemerkungen, pag. 7.

kannte anatomische Factum citirt, dass die mit elastischen Fasern gemischten Muskelfasern, welche die obere Grenze des Sinus Valsalvae bilden, nicht aus dem Sinus entspringen, sondern an jenen drei Punkten entspringen und endigen, an denen der obere Rand der Halbmondklappen sich an die Aortenwand anheftet. Sie gehören somit der Aortenwand, und nicht dem Sinus an, müssen sich mit der Dehnung der ersteren nach oben ausbeugen, d. i. nach aufwärts convex werden, und können nicht „den kürzesten Bogen zwischen ihren Befestigungspunkten beschreiben, d. h. einen solchen, dessen Ebene senkrecht gegen die Axe der Aorta gerichtet war."

Durch das Convexwerden des oberen Begrenzungssaumes der Sinus Valsalvae während der Systole, muss also auch das Lumen der Coronar-Arterie während der Systole höher zu stehen kommen oder „hinter der Klappe hervorgezogen werden," und zwar in bedeutenderem Masse als an der Leiche gesehen wird, weil die lebendige Dehnung der Aorta eine grössere, als ihre Leichenspannung ist.

§. 16.

Würdigung der Todtenstarre.

Da die Dehnung der Aortenwand am herausgeschnittenen Herzen einer Leiche nicht mehr existirt, die convexen oberen Contouren der Sinus Valsalvae aber, und mit diesen die höhere Stellung der Coronar-Ostien am ausgeschnittenen Herzen gesehen werden, so rief Herr Prof. Brücke die Todtenstarre zu Hilfe, und lässt die durch den elastischen Zug der Aortenwand bedungenen Verhältnisse, durch die Erstarrung der in der Aortenwand befindlichen Muskelfasern zu bleibenden werden.

Wie wenig die Todtenstarre hiebei im Spiele ist, kann die leicht zu wiederholende Beobachtung zeigen, dass an Thierherzen, welche vor dem Eintritte der Todtenstarre

ausgeschnitten werden, man so oft die oberen Contouren der Sinus Valsalvae nach oben convex ausgebuchtet findet, und selbst zwei Thierherzen, deren eines 12 Stunden nach dem Tode (also während der supponirten Starre der Aorta), das andere 14 Tage nach dem Tode (also gewiss nach der Lösung der Starre durch Fäulniss) untersucht wird, gleiche Curven als obere Säume der Sinus Valsalvae erkennen lassen.

Auf den Rigor jener muskulösen Elemente der Aortenwand zu zählen, und ihm eine Wirkung von solcher Intensität zuzuschreiben, erscheint mir, unter strenger Würdigung nachstehender Verhältnisse, eine sehr gewagte Sache.

Es ist durch die übereinstimmenden Beobachtungen aller Histologen, welche die Structur der Gefässwandungen untersuchten, festgestellt, dass in der Aorta das elastische Element über das muskulöse in solchem Grade prävalirt, dass die contractilen Faserzellen, um mit Kölliker's Worten zu reden, nur einen unbedeutenden Theil der Aortenwand bilden. Diese Faserzellen sind zugleich so unvollkommen entwickelt, dass es Kölliker sehr zweifelhaft erscheint, ob ihnen ein irgend nennenswerthes Zusammenziehungsvermögen zukommt. Ich will auf die älteren Reitzungsversuche von Nysten und Wedemeyer, welche weder an der menschlichen, noch thierischen Aorta, durch Galvanismus Contractionen hervorrufen konnten, keinen grossen Werth legen. Wenn aber in neuester Zeit die von den Gebrüdern Weber mit aller möglichen Genauigkeit angestellten Versuche denselben Erfolg hatten *), und Kölliker an der Leiche eines Hingerichteten, eine Stunde nachdem der tödtliche Streich gefallen, durch einen sehr kräftigen Inductions-Apparat keine Zusammenziehung an der Aorta thoracica hervorrufen konnte, während am Herzen, und an der Iliaca communis die Contraction nicht ausblieb **), so ist wohl die Vorstellung, welche sich an Brücke's Ausdruck knüpft: „Die Aorta gehört zu den muskulösen Organen," in

*) Müller's Archiv, 1847. pag. 234.
**) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1850. pag. 40.

sehr enge Grenzen einzuschränken *), und man kann kaum Anstand nehmen zu bezweifeln, dass dieses unentwickelte, und an Menge den elastischen Fasern so weit nachstehende muskulöse Ingrediens der Aortenwand, durch seine Erstarrung der letzteren ein bleibendes Gepräge aufdrücke. Die bogenförmige obere Grenzlinie der Valsalvischen Buchten, und die davon abhängige höhere Stellung der Kranzschlagader-Anfänge werden vielmehr durch die im Leben mit jedem Herzschlag wiederkehrende Dehnung des Aortenrohres bedungen sein, welche Dehnung eben durch ihre zahllose Wiederkehr die davon abhängigen mechanischen Verhältnisse in grösserem oder geringerem Grade zu dauernden macht.

Ich hege nicht den geringsten Zweifel, dass die mikroskopischen Eigenthümlichkeiten der Aortenwand Hrn. Prof. Brücke vollkommen bekannt sind. Um so nöthiger ist es, mit Ausdrücken vorsichtig zu sein, welche nur in den weiteren Kreisen des Lesepublikums seiner gegen mich gerichteten Schrift Eindruck machen können, — von Fachmännern dagegen auf ihren Grundwerth reducirt werden.

§. 17.

Ueber Klappenspuren.

Herr Prof. Brücke hat am Herzen menschlicher Leichen Zeichen wahrgenommen, welche ihm mit „leiser, aber vernehmlicher Stimme" erzählten, wie weit die Aortenklappen im Leben hinaufreichten. Die Erzählung lautet wie folgt. Die Linie, welche den Sinus Valsalvae nach oben be-

*) Paulsen hat bekanntlich den Faserzellen der Gefässwandungen, auf Grundlage chemischer Reaktionen, die muskulöse Natur gänzlich abgesprochen (Observationes microchemicae. Mitaviae, 1849, pag. 18, 38), und Reichert beanständete gleichfalls ihre muskulöse Natur in der Aorta des Menschen und des Rindes (die glatten Muskelfasern in den Gefässwandungen, Müll. Archiv. 1849, pag. 520). Obwohl ich diesem Extreme nicht im Geringsten beipflichte, gestatte ich mir doch seine Anführung, um zu zeigen, wie bedenklich die Sache auch von anderer Seite genommen wird.

grenzt, ist nicht bloss die Grenze der Concavität des Sinus, sondern zugleich die Grenze eines flachen Eindrucks in die Aortenwand, und „hat man diesen erst gefunden“ (es dürfte also nicht so leicht sein, als man denkt), so findet man auch in der Mitte oder nahe derselben, diesen Eindruck in Form eines „äusserst flachen Grübchens“ entsprechend dem Nodulus Arantii ausgebuchtet. Es sei schliesslich nicht der geringste Zweifel möglich, dass der Eindruck eine „Klappenspur“ sei.

Die Erzählung muss wirklich mit leiser Stimme er folgt sein, da man nicht gewiss erfährt, ob der Klappenabdruck über oder unter dem Sinusrand verlauft. In beiden Fällen bildet dieser Rand seine Grenze. Hat Herr Prof. Brücke den Klappenabdruck über dem Sinusrand gesehen, was ich natürlich nicht wissen kann, so müssen zwei Linien vorhanden gewesen sein, deren untere der Sinusrand, deren obere der Staffel in der Aortenwand war, welcher durch das Andrücken des Klappenrandes hervorgebracht war. Hat aber Herr Prof. Brücke den Eindruck der Klappe unter der Grenzlinie des Sinus gesehen, so war dieser Eindruck ein Sinus im Sinus, dessen oberer Rand auf die obere Grenzlinie des Sinus fällt. Die Klappe hatte dann am oberen Rande des Sinus, nicht darüber angeschlagen. Der obere Rand des Sinus ist aber, wie Brücke *) ihn selbst bezeichnet „eine schwache Leiste, oder vielmehr eine stumpfe Kante,“ und wir hätten dann den höchst merkwürdigen Fall vor uns, dass der Abdruck eines Klappenrandes als Erhabenheit, als Leiste oder Kante erscheint, welche, wie der obere Grenzrand des Sinus Valsalvae, nach zwei Seiten giebelförmig abfällt. Die haarspaltende Schärfe solchen Critisirens bitte ich dem Anatomen zu Gute zu halten, der, da er es mit einer beschreibenden Wissenschaft zu thun hat, auf Genauigkeit nicht bloss der Ideen, sondern auch der Ausdrücke zu halten gewohnt ist.

---

*) Pag. 18 der Entgegnung.

In zwei speziell angeführten Fällen *), sah Prof. Brücke sogar zwei Klappenspuren: eine unter der Oeffnung der Coronaria dextra, eine zweite über derselben. Letztere war die ältere, und schon obsolet geworden. Die Klappe hatte somit eine Zeit lang über dem Ostium der Coronaria angeschlagen, und hierauf unter demselben. Sie musste sich mittlerweile verkürzt haben. Diese Verkürzung geschah gewiss nicht in einem Ruck. Die Klappen springen nicht von einem Anschlagsort auf einen anderen. Die Texturveränderungen, welche die Klappe kürzen oder den Sinus in die Länge dehnen, geschehen allgemach, und es hätte eine ganze Suite von Klappenspuren zwischen der obersten und untersten liegen müssen, von denen die vorletzte begreiflicher Weise die markirteste sein musste, weil sie die letzt aufgegebene war. Zugegeben, dass alle diese intermediären Klappenspuren, des stetig zunehmenden Kürzungsprozesses der Klappe wegen, in einander flossen, und dadurch unkenntlich wurden, oder, dass die Kürzung der Klappe einem relativ rasch verlaufenden pathologischen Prozesse ihre Entwicklung verdankte, der die Klappenspuren, welche vielleicht Jahre benöthigen, nicht zur Entwicklung kommen liess, so musste doch die Grube des Abdrucks, die das Anschlagen des Nodus Arantii erzeugt, durch das successive Herabrücken des Klappenrandes, eine longitudinale Furche der Sinuswand eingeprägt haben. Diese Furche muss zwar bei zwei Sinus auf das Coronar-Ostium fallen (wenn dieses, wie es gewöhnlich der Fall ist, in der Breitenmitte des Sinus liegt), aber am dritten Sinus (der hintere rechte, an welchem gerade Prof. Brücke zuerst die Klappenspuren, junge und alte, auffindet) muss die Furche, welche den zurückgelegten Weg des Nodulus anzeigt, am klarsten hervortreten. Von solchen Furchen hat Prof. Brücke nichts gesehen. Er hätte bei der Ausführlichkeit seiner Wiederlegung gewiss nicht unterlassen sie anzuführen.

Schon theoretische Gründe allein flössen gegen den

*) Pag. 21 und 22 der Entgegnung.

Werth dieser sogenannten Klappenspuren einiges Misstrauen ein. Die von Prof. Brücke statuirte Dehnung der im Tode sich entleerenden Aorta, und die Fixirung derselben durch die Muskelstarre, lassen erwarten, dass ein „flacher Eindruck“ wie ihn eine dünnwandige Klappe erzeugen könnte, und ein „äusserst flaches Grübchen,“ wie es durch den ungleich dickeren Nodulus Arantii hervorgebracht würde, durch die elastische Dehnung der Leichenaorta verstreichen müsste. An obsoleten Klappenabdrücken liesse sich gleichfalls erwarten, dass, wenn Jahre hingegangen sind, diese äusserst flachen Grübchen und Eindrücke, auf welche ihre Erzeugungsursache einzuwirken schon lange aufhörte, nach denselben Gesetzen verschwinden müssten, auf welchen die Vergänglichkeit anderer mechanisch aufgedrungener Verhältnisse beruht. Starke atheromatöse Ablagerungen in der Aorta, „an denen sich die Klappenspuren immer besonders gut markiren sollen,“ bedingen ein so unebenes Ansehen der inneren Aortenwand, dass flache Eindrücke und äusserst flache Grübchen sich an ihr unmöglich vortheilhafter präsentiren können, als an glatter gesunder Gefässfläche, wo jede Aenderung des Niveau leicht in die Augen fällt. Da solche Ablagerungen in mannigfaltiger Form, und gar nicht selten als Streifen, Säume oder Riffe, mit diversen Unterbrechungen auftreten, und an der oberen Grenze der Sinus Valsalvae so oft dieser Grenze folgen, so ist es nicht unmöglich, dass sie in diesem Falle für Klappenspuren imponirten, oder als solche benützt wurden. —

Die vollständig angedrückte Klappe drückt auf die ganze Fläche des Sinus Valsalvae*). Eine hinterbliebene Spur dieses Druckes kann nur eine stärkere Ausbuchtung des ganzen Sinus sein, und da man kein Mass für die normale Tiefe

---

*) Allerdings berührt die Klappe zuerst mit ihrem oberen Rande die Aortenwand, und wird erst (nach §. 14) am Schlusse der Systole mit ganzer Fläche angedrückt, aber dieses berechtigt noch keineswegs eine „an der oberen Grenze des Sinus Valsalvae“ gesehene Vertiefung für einen Abdruck des oberen Klappenrandes zu nehmen, da der so scharf auslaufende Klappenrand eine andere Spur als „einen flachen Eindruck“ hinterlassen würde.

dieses so vielen Schwankungen unterliegenden Raumes hat, so dürfte die Unzuverlässigkeit der Klappenspuren a priori einleuchtender sein, als die Sicherheit und Untrüglichkeit jener anatomischen Anschauungen, auf welche hin mein Gegner das neue Wort geschaffen hat.

Die nun einmal angeregte Frage der Klappenspuren, hatte, bei aller Unklarheit ihrer primitiven Darstellung, für mich, als anatomische Thatsache, zu viel Gewicht, um nicht auch einen Versuch zu machen, mir aus eigener Anschauung ein Urtheil über ihre Bedeutung zu bilden. Ich legte alle theoretische Abneigung, die ich hier eingestanden habe, ab, und richtete bei der Untersuchung der oben angeführten Menschenherzen meine volle Aufmerksamkeit auf jene Spuren, die ein dünnes, elastisches Klappensegel, an der dicken, elastischen Aortenwand abdrücken sollte.

Ich fand Furchen über und unter der Grenze der Sinus, schief, quer, gekrümmt, geradelinig, breit, schmal, regelmässig, unregelmässig, an der Klappe zugängigen und unzugängigen Stellen. Gesunde Aorten, und gesunde Klappen, — beide oder nur eines von ihnen krank, — kommen mit und ohne solchen Furchen vor. Atheromatöse Deposita, stärkere Entwicklung von Faserbündeln der inneren Gefässhaut, krankhafte Ausweitungen des Aortenrohrs zwischen solchen Bündeln und Ablagerungen, scharf aufgeworfene obere Ränder der Sinus Valsalvae, lassen sich auf den ersten Blick als das erkennen, was sie eigentlich sind. Grübchen, die dem Nodulus Arantii entsprechen sollten, sehe ich bei Fehlen des letzteren; — grosse Noduli (bis zur Erbsengrösse) ohne Grübchen an der Aortenwand; — Grübchen mit Gestalten die jener des Nodulus nicht entsprechen; — grosse Noduli mit Hügeln an der Anschlagsstelle; — verkürzte, verdickte, verknorpelte, verknöcherte Klappen, welche kaum über die Mitte des Sinus hinausreichen, ohne Abdruck an der Sinuswand. Selbst der Wille, die Spuren gefunden zu haben, und die Geneigtheit meiner Umgebung, „einen flachen Eindruck, und ein äusserst flaches Grübchen“ auf den ersten Augenschein für Klappenspur zu halten, löste sich bei ge-

nauer Prüfung in das Geständniss auf, dass es denn doch sich um keine Klappenspur handle. Da die Klappenspuren, selbst, wenn ihr Vorkommen auch noch so evident wäre, nach Inhalt des §. 14 ohne physiologischen Werth für den Puls der Kranzschlagadern sind, so hatte ich nicht die mindeste Ursache ihr Vorkommen zu fürchten. Ich hätte ihrer Existenz, als einem rein anatomischen Factum, mit aller Freude, die der Gewinn einer neuen Bereicherung der beschreibenden Anatomie mir gewährt, gehuldigt. Aber ich bin es der Wahrheit schuldig, zu erklären, dass in jenen 100 Herzen, keine Spur von Klappenspuren zu entdecken war, und dass der Glaube an sie, mir als eine Selbsttäuschung erscheint, die sich bei einem gewissenhaften Beobachten vermeiden lässt. —

Mein Wunsch, die im physiologischen Institute aufbewahrten Klappenspuren prüfen zu dürfen, wurde nicht gestattet. Hier fielen mir Haller's Worte ein:

Veritas autem non quaerit angulos.

§. 18.

Erledigung von Nebensachen.

Ich habe der Behauptung, dass das während der Systole in die Kranzarterien einströmende Blut durch den Druck, welchen es auf die Gefässwände ausübt, der Herzcontraction einen Wiederstand entgegensetzt, der einen unnützen Kraftverbrauch bedingen müsste, die anatomische Thatsache entgegengestellt, dass Kammer und Vorkammer ihre Blutzufuhr aus einem und demselben Hauptstamme erhalten. Die Vorkammern befinden sich in der Diastole, während die Kammern sich zusammenziehen. Sucht die Natur die Arbeitskraft der sich contrahirenden Kammern zu schonen, indem sie das Eindringen des Blutes in die Kammerwände durch Klappenschluss an den Coronar-Ostien hemmt, so wird eben durch diesen Verschluss auch die Zufuhr zu den Vorkammerwänden gesperrt, welche

aber, weil sie sich gerade in Diastole befinden, keine Kraft entwickeln, an welcher etwas zu schonen gewesen wäre. Dieser Einwurf hat mir die Rüge zugezogen, dass ich auf „unphilosophischen Wegen" wandle. Prof. Brücke stellt die Selbststeuerung nicht als eine Aufgabe hin, welche die Natur durch den Klappenschluss der Coronar-Arterien zu realisiren strebte, sondern sagt: dass, da die Coronar-Arterien nun einmal an einem Orte entspringen, wo sie durch die Halbmondklappen geschlossen werden müssen, die Selbststeuerung eine Consequenz eines anatomischen Thatbestandes ist. Da nun aber eben bewiesen wurde, dass dieser Klappenschluss entweder nicht möglich ist, oder wenn er Platz greift, er an der mit den übrigen Arterien übereinstimmenden Blutbewegung in den Kranzschlagadern nichts ändert *), so frage ich, wie ich jene Wege nennen soll, welche zur Idee der Selbststeuerung führten.

Hätte übrigens Herr Prof. Brücke sich des gemeinschaftlichen Ursprungs der Kammer- und Vorkammer-Arterien an jenem Orte erinnert, wo er das systolische Spritzen der Kranzarterien aus dem gesteigerten Drucke erklärt, welcher durch die Rückwirkung des sich contrahirenden Herzfleisches auf das Blut der hochgelegenen Arterienstämme ausgeübt wird **), so würde er diese Ansicht schwerlich vorgetragen haben, da in den Arterien einer systolischen Kammer, der Blutdruck nicht in der angeführten Weise gesteigert werden kann, wenn diese mit den Arterien der diastolischen Vorkammer aus einem Stamm hervorgehen.

Die „ungleiche Dicke der Wandungen und der Gefässe der Vorkammern in Vergleich zu jener der Kammern," habe ich ebenso, wie „die ungleiche Arbeit beider," wohl erwogen, und es dadurch eben nur um so nothwendiger befunden, dass, wenn an den Kammern durch Selbststeuerung an Kraft gespart würde, auch die Vorkammern des Vortheils der Selbststeuerung hätten theilhaftig gemacht werden müssen,

---

*) §. 14.

**) Pag. 5 der Entgegnung.

weil eine kleine Kraft für ihre Erfolge denselben Nachtheil durch einen kleinen Verlust, als eine grosse durch einen grossen erleidet.

Es wird ferner mir überlassen „näher zu bezeichnen, wie denn bei der Gemeinsamkeit des Schlagadersystems zwischen Kammern und Vorkammern, und bei der Ungleichzeitigkeit ihrer Zusammenziehungen, die Selbststeuerung für die letzteren hätte beschaffen sein sollen.“ — Hierauf ist zu entgegnen, dass physiologische Wirkungen von solcher Wichtigkeit, wie die Selbststeuerung bei Maschinen, in der Regel keine zufälligen Folgen anatomischer Vorkommnisse sind, und dass eben wegen der Gemeinsamkeit des Ursprungs der Arterien für Kammer und Vorkammer, die Selbststeuerung in beiden fehlt.

Selbststeuerung bei den Athmungsmuskeln anzunehmen, und sie in den bei der Inspiration und Exspiration sich ändernden Druckgrössen im Arteriensystem gegeben zu sehen, ist ein weiterer Beleg zur Würdigung jenes Weges, auf welchem unser Gegner wandelt, wenn es ihm hiebei nicht beikam, dass, wenn der verminderte Blutdruck während der Inspiration für die Einathmungsmuskeln einer Selbststeuerung entspricht, die Wirkung der Ausathmungsmuskeln, durch die während der Exspiration gesteigerte Druckgrösse in den Arterien, erschwert wird. Der gesunde Menschenverstand hat auch *in physiologicis* sein gutes Recht.

Wie es zu machen gewesen wäre, dass auch die übrigen Muskeln ihren Kraftgebrauch durch Selbststeuerung schonten, auf diese Frage kann, da Herr Prof. Brücke sich „trotz des gewissenhaftesten Nachdenkens, davon bis jetzt keine bestimmte Vorstellung machen konnte,“ nur der liebe Gott Antwort geben, der sicherlich von den Geheimnissen der Schöpfung etwas für sich behalten hat. — An ihn bitte ich sich zu wenden.

Es ist „keine unrichtige Ansicht, welcher ich mich in neuerer Zeit zugewendet habe“*), sondern ein Schreibfehler, der

*) Pag. 23 der Entgegnung.

in der Correctur übersehen wurde, und welchen ich den nachsichtigen Leser zu verbessern ersuche, indem er Klappentasche statt Sinus liest. Ich will dann gegen meinen Gegner eben so gefällig sein, und statt Psammossaurus, Scrobiculum cordis, und Anderes, die richtigen Ausdrücke im Geiste substituiren.

Die Injections-Erfahrungen, auf welche ich mich berief, bleiben in ihrer vollen Gültigkeit. Geringschätzung ist keine Widerlegung. — Tief bedauern muss ich es, dass Herr Prof. Brücke, abweichend von anderen Physiologen, anatomische Präparate nur als „Schaustücke" in einem Museum für die gaffende Menge am Platze findet. Jene Präparate, die ich vorzeigte, haben mehr Werth, und er würde ihn nicht verkannt haben, wenn er sie eines Blickes gewürdigt hätte. Sie stehen noch zu Diensten.

Auf Autoritäten kein Gewicht zu legen, ist Ansichtssache. Zu verlangen, „dass die Bücher sich nach den Klappen richten," ist recht und billig. Die anatomischen Bücher haben es auch immer gethan. „Dass aber die Klappen sich nicht von Autoren in ihrem Dienste beirren lassen werden," ist unter den eben erörterten Umständen, eine Probe jener Grosssprecherei, die hier zu Lande nicht beliebt ist, und am wenigsten zu dem Ernst einer Streitschrift passt, wo der Witz den Beweis nicht vertreten kann.

§. 19.
Schluss.

Hiemit wird der Leser hinreichend vorbereitet sein, um beurtheilen zu können, was davon zu halten ist, wenn Hr. Prof. Brücke's Entgegnung mit den Worten schliesst: „die Klappen werden fortfahren, nach wie vor, bei Vögeln, Säugethieren, und Menschen, während der Kammersystole die Eingänge in die Kranzschlagadern zu verschliessen, und dadurch denjenigen Nutzen zu stiften," welcher, wie ich ge-

zeigt habe, ihnen unter dem Namen der Selbststeuerung des Herzens angedichtet wurde.

Ich habe die wiederhohlte Herausforderung angenommen, und unterwerfe mich dem Urtheil sachkundiger Richter.

Möge mein Gegner zugleich die aufrichtige Versicherung hinnehmen, dass es mir nie „lockend" erscheinen kann, ein solches Gericht über einen Mann ergehen lassen zu müssen, an dessen Berufung ich andere Erwartungen knüpfte. Möge er aber auch, was die „Sicherheit meiner Unternehmungen" anbelangt, überzeugt sein, das ich immer bereit sein werde, auch mit schärferen Waffen, als hier geführt wurden, für das Recht der Wahrheit einzustehen.

Druckfehler.

Seite 5, Zeile 7 von oben, lies längere statt längerer.
„ 9, Zeile 1 von oben, lies longata statt ongata.
„ 38, Zeile 5 von oben, statt dem lies den.
„ 47, Zeile 12 von unten, setze vor „welchen" den Beistrich, der nach „Chimpanse" steht.
„ 53, Zeile 10 von unten, statt baben lies haben.
„ 70, Zeile 3 von unten, lies dass statt das.

Inhalt.

Wien, 1855.
Gedruckt bei Josef Stöckholzer von Hirschfeld.